

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PROPOSITION D'UN MODÈLE ÉDUCATIONNEL RELATIF À
L'ENSEIGNEMENT INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES ET DE LA
TECHNOLOGIE INTÉGRANT UNE PRÉOCCUPATION D'ÉDUCATION
RELATIVE À L'ENVIRONNEMENT

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN ÉDUCATION

PAR
PATRICK CHARLAND

MARS 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

À mes parents,
pour qui l'accomplissement de cette thèse
m'a promu au grade de héros.

À Geneviève,
ma muse
qui a su m'aimer et m'inspirer
à travers ce long périple.

« Mon objectif,
ce n'est pas de construire la société de demain,
c'est de montrer qu'elle ne doit pas ressembler à celle d'aujourd'hui. »
Albert Jacquard

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes remerciements aux personnes suivantes sans lesquelles ce travail n'aurait pu aboutir :

- Tout spécialement à madame Lucie Sauvé, ma directrice de thèse, qui m'a d'abord convaincu et motivé d'entreprendre ce vaste projet qui me semblait au départ inaccessible. Elle a su me guider avec énormément de rigueur, de respect, de patience, de compréhension, et ce, malgré les multiples embûches personnelles et professionnelles qui ont parsemé les nombreux méandres de cette recherche.
- À monsieur Gilles Thibert, mon codirecteur, qui m'a apporté, à divers moments des suggestions toujours si pertinentes, cohérentes et encourageantes.
- À mes collègues du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, Diane, Sylvie, Benoît, Danielle, Denis, Arié, Etienne et Nadine, qui ont contribué à enrichir et à rendre concrètes mes réflexions de recherche.
- À Renald Legendre, professeur si inspirant, par ses discours enflammés et ses réflexions éducationnelles pertinentes.
- À mes collègues et amis, étudiants à l'association des étudiantes et étudiants de la Faculté des sciences de l'éducation (ADEESE), Nicole, Élise, Stéphane, Éric, Louis-Martin, Philippe, David, Catherine, qui m'ont côtoyé, enduré et divertit à travers toutes ces années d'implication étudiante. Un remerciement particulier à Isabelle, Jean-Philippe et Catherine qui m'ont été d'un soutien admirable dans la correction linguistique de cette recherche.
- À l'équipe de direction du Doctorat en éducation de l'Université du Québec, et plus particulièrement à madame Ginette Benoît, secrétaire adjointe à la direction du programme à l'UQAM, qui a su faire preuve de tant de patience et de disponibilité à mon égard.
- À tous mes amis et à ma famille qui m'ont donné leur amitié inconditionnelle dans ce parcours tumultueux.

AVANT-PROPOS

« Très vite, un professeur devient un vieux professeur. »

Daniel Pennac

Afin de situer cette thèse dans mon parcours de vie et lui donner ainsi sa pleine signification dans mon développement professionnel, cet avant-propos présente les principaux jalons de ma trajectoire à travers mes études, ma carrière d'enseignant et celle de jeune chercheur.

Les défis d'un début de carrière en enseignement

C'est après deux années d'expérience à titre d'enseignant en sciences dans le milieu scolaire québécois que j'ai conclu que ce milieu était caractérisé par divers problèmes : peu de motivation chez plusieurs enseignants, conditions de travail difficiles en milieu défavorisé, abandon de certaines directions d'écoles au regard de plusieurs élèves difficiles, etc.

Désillusionné quant à mes idéaux sur la pratique enseignante, j'étais déjà dans les statistiques du taux de décrochage de la profession enseignante : un tiers des nouveaux enseignants abandonnent dans les cinq premières années de métier¹. Un coût social si lourd.

¹ Statistiques présentées au colloque conjoint du Comité d'orientation de la formation du personnel enseignant (COFPE) et du Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE), les 20 et 21 mai 2004. Consulté en ligne le 16 octobre 2005 à l'adresse http://www.conseil-cpiq.qc.ca/intersection_septembre2004.html#art4.

Pauvreté, multiethnicité, décrochage, drogue, violence, manque de ressources humaines et matérielles sont autant d'autres réalités auxquelles doit faire face un jeune enseignant du secondaire dans un milieu montréalais. Au-delà de ces problèmes sociaux, j'étais entouré par une équipe d'enseignants majoritairement démotivés et souvent démotivants pour le nouvel enseignant plein d'espoir et de projets que j'étais. Voulant développer mon style d'enseignement, je voulais appliquer, avec ma classe d'écologie, les pédagogies nouvelles longuement discutées sur les bancs de l'université. Désirant travailler par projets interdisciplinaires, j'avais sollicité certains de mes collègues enseignants d'autres disciplines. Aucune collaboration possible : ces enseignants avaient peur du changement, disaient être surchargés et refusaient de modifier leur planification de cours déjà bien structurée par leurs expériences passées.

Néanmoins, mes expériences des pédagogies « nouvelles », pour l'époque, ont rapidement été un franc succès. Ayant moi-même été formé de manière disciplinaire au secondaire, au collégial et dans la majorité des cours de ma formation universitaire, j'aspirais à être un enseignant différent, un enseignant motivant et intéressant. J'étais à la fois sensible aux statistiques évoquant une baisse dramatique d'élèves se destinant dans les carrières scientifiques, et à la fois animé par un désir de transmettre ma passion pour les sciences.

Apprécié par la direction de l'école et par les parents de mes élèves, le jeune enseignant que j'étais commençait à prendre beaucoup trop de place et à avoir beaucoup trop d'influence dans la dynamique de l'école. Rapidement, j'étais victime de mon succès et de mes motivations : certains de mes collègues avaient décidé de me mettre à l'écart et de me rendre la vie dure.

Quelques années plus tard, désabusé par le milieu scolaire, j'ai décidé de prendre un temps d'arrêt; je faisais dorénavant partie des statistiques d'abandon de la profession enseignante.

Un physicien, une passion des sciences

J'avais décidé de prendre une année sabbatique. Je ne voulais pas abandonner la profession d'enseignant, mais simplement me ressourcer pour éventuellement changer d'école ou de commission scolaire.

Pendant cette année d'enseignement éprouvante, je m'étais laissé aller vers une passion personnelle, la physique, matière dans laquelle j'avais débuté une propédeutique pour un programme de maîtrise à l'université. Cette propédeutique et éventuellement toute la maîtrise en physique ont bien occupé mon année sabbatique et ont développé chez moi le goût des études supérieures.

Un doctorat, pour ... ?

À la fin de mes études de maîtrise, passionné par ma récente recherche en physique de l'environnement, j'ai décidé de poursuivre mes études au doctorat en éducation. Même si j'avais repris contact avec le milieu de l'enseignement par des petits contrats dans une école jeune et dynamique, je voulais continuer à fréquenter le milieu universitaire. En fait, même aujourd'hui, cinq années plus tard, je ne sais trop ce qui m'a précisément poussé à me lancer dans des études doctorales. Probablement pour le défi que cela représentait, mais aussi pour apporter une certaine contribution au domaine de l'enseignement des sciences. Les possibilités de donner des charges de cours me permettraient de partager mon humble et courte expérience avec les futurs enseignants. Je trouvais pertinent de les prévenir de la réalité existante dans le milieu ; non pas pour faire peur, mais dans la perspective d'une meilleure préparation.

Ma formation avait été trop rose, trop facile, que ce soit avec certains professeurs théoriciens n'ayant jamais mis les pieds dans une classe ou lors de mes stages dans des milieux plus favorisés de la Rive-Sud de Montréal.

Le passage de la maîtrise au doctorat a été assez éprouvant. Tout d'abord, la recherche en sciences humaines est fort différente de celle en sciences appliquées. Le paradigme positiviste est si imprégné à la recherche en physique qu'on n'est évidemment jamais appelé à se questionner à l'égard de ses propres présupposés théoriques. Le choix et la justification d'une posture paradigmatique deviennent alors des questions angoissantes pour un physicien.

De plus, qui dit formation doctorale dit choix d'un sujet inédit de thèse. Au début de ma thèse, j'avais beaucoup de difficulté à prendre du recul face à ma propre pratique et expérience dans l'enseignement. Mes premières idées de sujet étaient très orientées sur la formation des futurs enseignants. J'étais très intéressé par les pratiques enseignantes dans le cadre de la réforme scolaire qui s'implanterait graduellement au secondaire. Plus précisément, je voulais caractériser les pratiques exemplaires d'enseignants qui contextualisaient l'enseignement des sciences à travers des questions environnementales.

Cependant, pour avoir graduellement fouillé la littérature scientifique en lien avec certains concepts liés à mon premier choix de sujet de thèse, on m'a rapidement convaincu qu'avant d'entreprendre ce genre de recherche pour étudier les pratiques enseignantes cohérentes avec les changements curriculaires, une recherche de clarification théorique s'imposait.

La section « problématique » de cette thèse viendra justifier la nécessité d'une clarification des interfaces théoriques, axiologiques et pratiques entre les champs d'intervention éducative de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation scientifique et de l'éducation technologique².

² Pour l'instant nous garderons les appellations « éducation scientifique » et « éducation technologique », mais nous en proposerons une nouvelle appellation au chapitre 4.

La rédaction de la réforme éducationnelle au Québec : un premier lieu d'action concrète

Au cours de ma formation doctorale, j'ai eu l'occasion de m'impliquer dans la vie académique³ et étudiante⁴ de l'université, mais aussi dans les milieux associatifs de l'enseignement des sciences⁵ et de l'éducation relative à l'environnement⁶. Cette implication de quatre ans dans le monde de l'éducation a contribué à me bâtir une solide expérience au regard des grands enjeux dans le milieu de l'éducation au Québec. Riche de ces expériences, j'ai été appelé à faire partie du comité restreint d'écriture du Programme de formation de l'école québécoise de « Science et technologie » du deuxième cycle du secondaire au ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS). Cette occasion était des plus enlevantes dans mon cheminement personnel et professionnel. S'y trouvait une façon privilégiée de réfléchir et de participer aux changements qui surviendraient dans le milieu de l'enseignement des sciences au Québec.

Cette thèse doctorale témoigne donc de ces expériences personnelles et professionnelles. Elle constitue à la fois pour moi un moment de réflexion privilégié sur des enjeux qui me sont chers ainsi qu'une autre occasion de contribuer, avec humilité, au développement de l'enseignement/apprentissage des sciences et de la technologie au secondaire en milieu scolaire québécois.

³ Conseil supérieur de l'Éducation du Québec (MELS), Conseil des Études (UQ), Conseil académique de faculté (UQAM), Comité des études (UQAM), Comités de programme (UQAM), comité environnemental (UQAM).

⁴ Représentant étudiant à la Fédération étudiante universitaire du Québec (FEUQ).

⁵ Association des professeurs de sciences du Québec (APSQ)

⁶ Association québécoise pour la promotion de l'éducation relative à l'environnement (AQPERE)

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	iv
LISTE DES FIGURES	xvi
LISTE DES TABLEAUX	xviii
RÉSUMÉ	xxii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
CONTEXTE	5
1.1 Contexte mondial.....	5
1.1.1 L'introduction de l'éducation technologique dans les curriculums scolaires	8
1.1.2 L'opérationnalisation des nouvelles propositions : des réformes en enseignement des sciences et de la technologie partout dans le monde.....	12
1.2 Le contexte canadien	13
1.3 Le contexte québécois	14
1.3.1 L'opérationnalisation des nouvelles orientations éducatives : le Programme de formation de l'école québécoise	16
1.3.2 Les nouveaux programmes « Science et technologie » au Québec	18
1.4 L'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement.....	20
1.4.1 La prise de conscience des problèmes environnementaux	20
1.4.2 L'émergence du concept de développement durable	25
1.4.3 L'éducation relative à l'environnement en contexte formel.....	30

1.4.4 L'éducation relative à l'environnement dans la réforme scolaire québécoise	33
1.5. L'intégration des préoccupations éthiques dans les curriculums	36

CHAPITRE II

PROBLÉMATIQUE	41
---------------------	----

2.1 La mise en relation des champs d'intervention de l'éducative de l'éducation relative à l'environnement (ERE), de l'éducation relative aux sciences (ERS) et de l'éducation relative à la technologie (ERT)	41
2.1.1 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERE/ERS	44
2.1.2 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERS/ERT	52
2.1.3 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERE/ERT	62
2.2 Problème de recherche.....	65
2.3 But et objectifs de la recherche.....	66
2.4 Pertinence et retombées attendues.....	66

CHAPITRE III

CADRE MÉTHODOLOGIQUE.....	67
---------------------------	----

3.1 Type de recherche.....	67
3.2 Paradigme épistémologique de la recherche	69
3.2.1 Les paradigmes de la recherche en éducation	70
3.3 Cadre méthodologique.....	73
3.3.1 Identification de la situation de départ	74
3.3.2 Analyse de la situation de départ.....	82
3.3.3 Synthèse.....	82
3.3.4 Élaboration du prototype	83

3.3.5	Simulation ou validation du prémodèle.....	83
3.3.6	Présentation du modèle optimal	85
3.3.7	Mise en œuvre du processus d'anasynthèse dans cette recherche.....	85
3.3.8	L'analyse de contenu	86
3.4.	En synthèse	93

CHAPITRE IV

	CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE.....	95
4.1	Les paradigmes sociologiques et éducatifs de Bertrand et Valois.....	96
4.2	Le concept « éducation ».....	101
4.2.1	Le concept « apprentissage ».....	102
4.2.2	Les concepts « enseignement » et « formation ».....	104
4.3	Le concept « environnement ».....	105
4.3.1	Une pluralité de représentations	106
4.3.2	Une pluralité de définitions	109
4.4	Les concepts « science » et « technologie »	111
4.4.1	Des visions distinctes ou fusionnées	111
4.4.2	Une pluralité de conceptions	113
4.5	Le concept « curriculum »	119
4.5.1	Une pluralité de conceptions	119
4.5.2	Une pluralité de définitions	122
4.5.3	Le concept « fondement curriculaire »	123
4.6	Les concepts associés aux nouveaux curriculums.....	124

4.6.1	Le concept de « constructivisme » au fondement des nouveaux curriculums.....	125
4.6.2	Le concept de « compétence ».....	127
4.6.3	« Interdisciplinarité » et concepts connexes.....	132
4.6.4	Les préoccupations environnementales au sein des nouveaux curriculums.....	139
4.6.5	Les concepts de « morale et d' « éthique » dans les nouveaux curriculums.....	144
4.7	Les notions de « modèle », d' « approche » et de « stratégie ».....	149
4.7.1	La notion de « modèle »	149
4.7.2	La notion de « modèle éducationnel ».....	151
4.7.3	Les notions d'« approche » et de « stratégie »	153
4.8	En synthèse	153
 CHAPITRE V		
	VOLET THÉORIQUE DU MODÈLE ÉDUCATIONNEL.....	155
5.1	Fondements paradigmatiques du modèle	156
5.2	Proposition d'une nouvelle nomenclature : ERE, ERS, ERT.....	157
5.2.1	L'éducation relative à l'environnement (ERE)	158
5.2.2	L'éducation relative aux sciences (ERS).....	160
5.2.3	L'éducation relative à la technologie (ERT)	162
5.2.4	L'enseignement relatif aux sciences (eRS) et l'enseignement relatif à la technologie (eRT)	165
5.3	Le cadre théorique de l'ERE	166
5.3.1	Une diversité de courants complémentaires	166
5.3.2	Une définition de l'ERE	181

5.4.	Le cadre théorique de l'ERS.....	183
5.4.1	Une diversité de courants complémentaires	184
5.4.2	Une définition de l'ERS	195
5.5	Le cadre théorique de l'ERT	196
5.5.1	Une diversité de courants complémentaires	197
5.5.2	Une définition de l'ERT	210
5.6	L'intégration des diverses dimensions de l'ERE, l'ERS et de l'ERT	211
5.7	Volet fondamental du modèle éducationnel proposé	217
5.7.1	L'éducation au sujet de l'environnement	219
5.7.2	L'éducation au sujet des sciences.....	224
5.7.3	L'éducation au sujet de la technologie	232
5.7.4	L'éducation pour l'environnement	239
5.7.5	L'éducation pour les sciences.....	246
5.7.6	L'éducation pour la technologie	251
5.8	En synthèse	255
CHAPITRE VI		
	VOLET PRAXÉOLOGIQUE DU MODÈLE ÉDUCATIONNEL.....	258
6.1.	Approches privilégiées	260
6.2.	Des approches mises en œuvre par diverses stratégies.....	262
6.2.1.	Stratégies du domaine de la didactique générale.....	263
6.2.2.	Stratégies du domaine de la didactique de la formation morale	273
6.2.3.	Stratégies du domaine de l'ERE	275

6.2.4. Stratégies du domaine de l'ERS	278
6.2.5. Stratégies du domaine de l'ERT	281
6.3. Stratégies associées aux dimensions générales du modèle éducatif.....	289
6.3.1. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation au sujet de l'environnement »	291
6.3.2. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation au sujet des sciences »	299
6.3.3. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation au sujet de la technologie »	307
6.3.4. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation pour l'environnement »	313
6.3.5. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation pour les sciences »	322
6.3.6. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation pour la technologie »	329
6.4. Implications praxéologiques du modèle éducatif proposé	335
6.5. Synthèse du modèle éducatif.....	337
CHAPITRE VII	
DISCUSSION.....	345
7.1. L'atteinte des objectifs de recherche	345
7.2. Validité de la proposition théorique	346
7.2.1. La pertinence	347
7.2.2. La valeur heuristique	347
7.2.3. La cohérence interne.....	348
7.2.4. La circonscription.....	349
7.2.5. La complétude	349
7.2.6. L'irréductibilité.....	350

7.2.7. La crédibilité.....	350
7.3. Limites de la proposition théorique.....	351
7.3.1. La validation externe	351
7.3.2. La complexité liée à la multiplicité des dimensions.....	352
7.3.3. La multiplicité des champs d'intervention éducative associés	353
7.4. Perspectives de recherche et de formation	354
CONCLUSION	355
RÉFÉRENCES	357

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1.1 Schème conceptuel du développement durable.....	28
1.2 La compétence 2 du programme <i>Science et technologie</i> au Québec	35
2.1 Problématique de conjugaison des champs d'intervention éducative de l'éducation relative à l'environnement (ERE), de l'éducation relative aux sciences (ERS) et de l'éducation relative à la technologie (ERT).....	43
2.2 Sphères interreliées de l'éducation personnelle et sociale	51
2.3 Diverses perspectives de l'interface entre la science et la technologie	56
3.1 Processus d'anasynthèse de Silvern	74
3.2 Synthèse des opérations liées à la constitution du corpus d'écrits initial dans le processus d'anasynthèse	82
3.3 L'analyse de contenu au sein de la démarche d'analyse de synthèse.....	87
3.4 Interface de codage des unités d'analyse dans <i>Microsoft Access</i>	90
3.5 Interface de codage des unités d'analyse dans <i>Microsoft Access</i>	92
3.6 L'analyse de contenu et le processus global d'anasynthèse.....	93
5.1 Dimensions du rapport à l'environnement prises en compte par l'éducation relative à l'environnement	160
5.2 Dimensions éducatives associées à l'éducation relative aux sciences.....	162
5.3 Dimensions éducatives associées à l'éducation relative à la technologie	164

6.1	Les approches et stratégies proposées dans le modèle éducatif centré sur l'intégration de l'ERE, l'ERS et l'ERT	290
-----	---	-----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1 Aperçu des documents fondateurs de l'éducation relative à l'environnement	22
2.1 Comparaison axiologique entre l'ERE et l'ERS	48
2.2 Caractérisation des formes d'activités humaines de la science et de la technologie	54
2.3 Comparaison axiologique entre l'ERS et de l'ERT.....	60
2.4 Comparaison axiologique de l'ERE et de l'ERT.....	64
3.1 Caractéristiques des paradigmes épistémologiques les plus importants de la recherche en éducation	72
3.2 Inventaire des périodiques scientifiques consultés lors de la revue de la documentation	76
3.3 Champ notionnel de la recherche	78
3.4 Bases de données et catalogues utilisés pour la recension des écrits	80
3.8 Critériologie de la recherche théorique en éducation	84
4.1 Les paradigmes socioculturels.....	97
4.2 Paradigmes socioculturels et paradigmes éducatifs.....	98
4.3 Valeurs privilégiées dans les paradigmes socioculturels et éducatifs.....	99
4.4 La science et la technologie comme formes d'activités distinctes	115
4.5 La science et la technologie comme formes de connaissances distinctes	117

4.6	La science et la technologie comme formes de produits distincts	118
4.7	Continuum des conceptions associées au concept de <i>curriculum</i>	121
4.8	Diverses définitions associées au concept de <i>curriculum</i>	122
4.9	Comparaison de différentes définitions du concept de compétence	130
5.1	Quinze courants en éducation relative à l'environnement	168
5.2	Caractérisation de quinze courants en ERE	169
5.3	Cinq courants en éducation relative aux sciences	185
5.4	Caractérisation de cinq courants en ERS	187
5.5	Sept courants en éducation relative à la technologie	198
5.6	Caractérisation de sept courants en ERT	200
5.7	Matrice des dimensions éducatives possibles dans le croisement logique de dimensions éducatives de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT	213
5.8	Matrice des dimensions éducatives sélectionnées permettant l'intégration cohérente et pertinente de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT	216
5.9	Dimensions éducatives générales dans un contexte d'enseignement interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement	218
5.10	Dimensions éducatives spécifiques dans un contexte d'enseignement interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement	218
5.11	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET de l'environnement PAR les sciences	221

5.12	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET de l'environnement PAR la technologie	224
5.13	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET des sciences PAR l'environnement.....	227
5.14	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET des sciences DANS l'environnement.....	229
5.15	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET des sciences PAR la technologie.....	232
5.16	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET de la technologie PAR l'environnement	234
5.17	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET de la technologie DANS l'environnement	236
5.18	Synthèse de la dimension de l'éducation AU SUJET de la technologie PAR les sciences	238
5.19	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR l'environnement PAR les sciences	242
5.20	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR l'environnement PAR la technologie	245
5.21	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR les sciences PAR l'environnement.....	248
5.22	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR les sciences DANS l'environnement.....	250
5.23	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR les sciences PAR la technologie.....	251
5.24	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR la technologie PAR l'environnement	253
5.25	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR la technologie DANS l'environnement	254

5.26	Synthèse de la dimension de l'éducation POUR la technologie PAR les sciences	255
6.1	Stratégies reliées à l'approche par problème en enseignement/apprentissage des sciences	265
6.2	Comparaison de stratégies pédagogiques traitant de thèmes controversés	270
6.3	Une diversité de dimensions complémentaires et cohérentes en enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement	289
6.4	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation au sujet de l'environnement »	299
6.5	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation au sujet des sciences »	306
6.6	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation au sujet de la technologie »	313
6.7	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation pour l'environnement »	321
6.8	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation pour les sciences »	328
6.9	Synthèse du volet praxéologique de l'« éducation pour la technologie »	334
6.10	Synthèse des dimensions éducatives du modèle pédagogique proposé	339

RÉSUMÉ

Au début des années 90, de nombreux acteurs du monde de l'éducation constatent que l'éducation scientifique est en état de crise. Ceux-ci résument la situation en affirmant que les élèves étaient rarement en mesure d'assurer adéquatement le transfert de leurs connaissances scientifiques. Parmi les solutions envisagées, plusieurs spécialistes proposent alors la stratégie de l'interdisciplinarité curriculaire. Cette stratégie implique notamment la réorganisation des savoirs autour d'objets ou de phénomènes d'apprentissages, plutôt qu'en fonction des disciplines scientifiques.

Par conséquent, dans plusieurs des nouvelles propositions curriculaires, l'intégration des disciplines entre elles occupe une place centrale. La mise en contexte des apprentissages devient également une préoccupation majeure. Aussi, pour certains, l'éducation technologique apparaît comme une avenue propice à la contextualisation des apprentissages en sciences. Pour d'autres, une telle contextualisation serait favorisée par l'intégration de problématiques éthiques ou environnementales à l'école. Dans les milieux scolaires et en fonction des changements curriculaires proposés, de nouvelles dimensions éducatives sont donc récemment mises en relation.

Or, un problème d'arrimage théorique, axiologique et praxéologique a été constaté à travers l'exploration des fondements sur lesquels reposent les nouveaux programmes de formation à l'enseignement qui intègrent les champs d'intervention de l'éducation relative aux sciences (ERS), de l'éducation relative à la technologie (ERT) et de l'éducation relative à l'environnement (ERE).

Pour répondre à ce problème, cette recherche propose un modèle éducationnel inédit, qui tient compte des divers aspects fondamentaux de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT, comme proposition pour fonder ou enrichir les curriculums, et aussi pour inspirer les pratiques des enseignants qui se retrouvent actuellement confrontés à la mise en œuvre de changements majeurs pour lesquels il n'existe actuellement que fort peu de balises.

Construit selon la démarche globale de l'anasynthèse et s'appuyant plus spécifiquement sur la stratégie de l'analyse de contenu, le modèle éducationnel issu de cette recherche est présenté en deux volets : théorique et pratique. Le premier propose une définition et une exploration théorique des trois champs en question; il définit ensuite seize dimensions éducatives complémentaires qui peuvent entrer en jeu dans l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. Le deuxième volet du modèle propose des balises praxéologiques – soit un ensemble d'approches et de stratégies – favorisant des choix éclairés, contextuellement appropriés, qui

permettent d'articuler les différentes dimensions éducatives entre elles au sein des pratiques enseignantes.

Les réformes curriculaires actuelles suscitent des résistances importantes de la part des milieux enseignants, en raison de la nature et de l'envergure des changements proposés. Le modèle éducationnel élaboré dans cette recherche pourrait apporter certaines pistes de solution concrètes aux difficultés appréhendées. Dans cette perspective, les résultats de cette recherche pourraient être utilisés dans l'élaboration des programmes de formation initiale et continue des enseignants.

Mots-clés : Enseignement des sciences, enseignement de la technologie, éducation relative à l'environnement, didactique des sciences, didactique de la technologie, intégration des matières, interdisciplinarité, modèle éducationnel.

INTRODUCTION

*« Qui ne continue pas à apprendre
est indigne d'enseigner. »*

Gaston Bachelard

Au début des années 90, plusieurs organisations scientifiques, des didacticiens des sciences, des historiens des sciences, ainsi que des élèves ont posé le diagnostic d'une éducation scientifique en état de crise. On résumait la situation en affirmant que cette crise éducationnelle était due au fait que les élèves étaient rarement en mesure d'assurer adéquatement le transfert des connaissances acquises dans un cadre scolaire à des situations nouvelles. D'autres auteurs reprochaient à l'école le fait que les connaissances n'étaient jamais situées en contexte de situations réelles auprès des élèves, ce qui a eu pour effet d'alimenter l'idée que les sciences à l'école ne servaient à rien. Enfin, certains rapportaient que les cours de sciences étaient souvent vus par les élèves, mais aussi par les enseignants, comme un simple processus de transmission de connaissances, ce qui a eu pour effet d'entraîner une baisse de motivation et d'intérêt à l'égard des questions scientifiques.

Pour plusieurs spécialistes, la solution à cette crise de l'enseignement des sciences réside principalement dans la stratégie de l'interdisciplinarité curriculaire. L'interdisciplinarité curriculaire est une façon de constituer un curriculum en articulant les apprentissages autour d'objets ou phénomènes d'apprentissage, plutôt qu'autour des disciplines en tant que telles. Cette stratégie permettrait à l'apprenant de faire des liens entre ses apprentissages et différentes situations de vie réelle, issues de son quotidien.

C'est ainsi que dans de nombreux systèmes éducatifs, dont celui du Québec, ont été entreprises diverses réformes du curriculum de science autour de cette stratégie de

l'interdisciplinarité curriculaire. Pour certains, l'éducation technologique permettrait de contextualiser les apprentissages réalisés dans les cours de sciences. Pour d'autres, cette contextualisation serait possible grâce à l'intégration de problématiques éthiques ou environnementales à l'école. À travers des contextes scolaires différents et à travers la diversité des changements proposés, de nouvelles dimensions éducatives sont ainsi mises en relation, soit l'éducation relative à l'environnement (ERE), l'éducation relative aux sciences (ERS) et l'éducation relative à la technologie (ERT)⁷.

C'est à travers une première exploration des fondements théoriques reliés à ces champs d'intervention éducative qu'un problème d'arrimage théorique, axiologique et pratique a été constaté.

Cette recherche s'inscrit dans le constat de l'existence de divers conflits ou de certains flous épistémologiques et axiologiques entre ces champs d'intervention éducative nouvellement mis en relation. Elle s'inscrit également dans le constat d'une absence de balises praxéologiques pouvant aiguiller les enseignants dans les nouvelles pratiques qui en découlent. Est donc née l'idée de proposer un modèle éducationnel cohérent, qui tiendrait compte des divers aspects fondamentaux de l'ERS, de l'ERE et de l'ERT et de leur articulation, et qui permettrait également d'orienter les pratiques enseignantes.

La thèse se divise en sept chapitres. Le premier présente les divers contextes scolaires (mondial, national et québécois) dans lesquels se situent différents enjeux liés aux nouvelles tendances curriculaires.

Le deuxième chapitre présente la problématique de recherche qui rassemble ces divers enjeux théoriques et pratiques liés aux champs de savoir de l'ERE, de l'ERS,

⁷ Un problème d'appellation de ces divers champs d'intervention éducative a été constaté et cette nomenclature inédite est présentée et justifiée au chapitre 2 – Problématique.

de l'ERT et de leurs articulations. Ces observations mènent graduellement à l'identification du problème de recherche et à la formulation du but, de l'objectif général et des objectifs spécifiques de cette recherche. La pertinence et les retombées attendues de la thèse sont également clarifiées.

Le troisième chapitre présente le cadre paradigmatique et méthodologique de la recherche. Celle-ci est de type théorique spéculative. Elle se situe dans un cadre paradigmatique interprétatif de la recherche en éducation. D'un point de vue méthodologique, cette recherche fait appel à la démarche globale de l'anasynthese. Cette démarche-cadre préside à l'élaboration de chacune des parties de cette thèse, dont le cadre conceptuel et théorique. C'est la raison pour laquelle le cadre méthodologique a d'abord été présenté.

Le quatrième chapitre présente le cadre conceptuel et théorique de la recherche. De manière à justifier et à permettre au lecteur de comprendre les divers choix qui y sont faits, on situe tout d'abord la recherche à l'intérieur du paradigme éducationnel inventif. Ensuite, sont définis les concepts centraux de la thèse, c'est-à-dire les concepts sous-jacents aux champs d'intervention de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. Ainsi, le cadre conceptuel et théorique explicite tout d'abord les concepts *éducation, environnement, science et technologie*. De plus, puisque la recherche a pour but de proposer des fondements curriculaires à la mise en relation de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT, il est également pertinent d'explicitier les concepts *curriculum et fondements curriculaire*. Dans la même perspective, sont clarifiés plusieurs concepts liés aux nouvelles tendances curriculaires, à savoir les concepts *constructivisme, compétence, intégration, interdisciplinarité*, ainsi que ceux liés à l'intégration de l'éthique et à l'intégration des préoccupations environnementales à l'école. Enfin, sont définies les notions de *modèle, d'approche* et de *stratégie* puisque celles-ci sont au cœur du construit que vise à développer la thèse : un modèle

éducatif comportant des aspects formels (concepts et autres éléments théoriques), axiologiques (visées et valeurs) et praxéologiques (approche et stratégies).

Les cinquième et sixième chapitres décrivent le modèle éducatif, résultat central de cette recherche. D'abord, nous présentons le volet théorique du modèle qui clarifie, d'une part, trois cadres conceptuels associés à l'ERE, l'ERS et l'ERT, et qui propose, d'autre part, une articulation théorique en seize dimensions éducatives complémentaires de ces trois champs d'intervention éducative. Puis, en ce qui concerne le volet praxéologique, le sixième chapitre propose des approches et stratégies de mise en œuvre des diverses dimensions éducatives.

Le septième chapitre s'inscrit enfin dans une perspective réflexive en proposant un ensemble de réflexions portant sur le chemin parcouru dans le cadre de cette recherche et sur les étapes à poursuivre dans un programme de recherche visant à améliorer et à valider ce modèle.

CHAPITRE I

CONTEXTE

L'enseignement des sciences et de la technologie ainsi que l'éducation relative à l'environnement se situent dans un contexte mondial, canadien et québécois qu'il importe de caractériser. Une telle caractérisation est nécessaire à une meilleure compréhension des divers enjeux associés à la problématique et au problème de cette recherche.

1.1 Contexte mondial

Au début des années quatre-vingt-dix, plusieurs organisations scientifiques (EMSTES, 1991; AAAS, 1993), des didacticiens des sciences (Solomon, 1988; Giordan, Henriques et Bang, 1989; Fourez, 1994; Fensham, 2002; Gough, 2002a), des historiens des sciences (Serres, 1989) ainsi que les élèves eux-mêmes (Morgan, 1993), ont fait le constat que l'éducation scientifique en général et plus spécifiquement l'enseignement des sciences étaient en crise.

Selon l'Institut national français de recherche pédagogique (INRP, 2006), ce constat de crise fait écho au rapport américain *A Nation at risk* (1983) qui proposait une nouvelle vision du rapport aux savoirs scolaires face à la concurrence internationale. Dans ce rapport, le monde y est considéré comme un village global où la concurrence internationale des marchés, des idées, des connaissances, des études, de l'information, détermine la place de chaque pays. La scolarité des individus représente donc un investissement indispensable exigé pour réussir dans ce village planétaire. L'idée centrale du rapport soutient qu'il faut combler le fossé entre une petite élite scientifique et technologique et des générations d'Américains scientifiquement et technologiquement presque illettrés.

Une vingtaine d'années plus tard, et ce dans plusieurs pays du monde, on constate encore un fossé entre l'élite scientifico-technologique et le reste de la société.

Jones (1992: 513) évoque cette crise en déplorant d'importantes lacunes dans l'apprentissage des sciences ou dans les connaissances scientifiques de base chez les étudiants des États-Unis :

Science education is in a state of crisis. The need for scientific literacy has never been greater; yet students in some developed countries have an incredibly weak understanding of basic scientific reasoning and concepts. The National Assessment of Education Progress (NAEP) found that less than one-half of American seniors could apply scientific knowledge to interpret tables and graphs and design and evaluate experiments.

Brandt (1993) résume la situation en affirmant que les élèves sont rarement en mesure d'assurer adéquatement le transfert des connaissances acquises dans un cadre scolaire, à des situations nouvelles. Pour leur part, Dekkers et DeLaeters (1997) accusent explicitement l'ancien modèle de l'éducation scientifique et de l'enseignement des sciences d'avoir eu pour effet une certaine décroissance de la popularité des sciences auprès des étudiants et des élèves.

Hewitt (1995) tente d'expliquer cette situation par le fait que les connaissances scientifiques à l'école sont rarement situées en contexte de situation réelle auprès des élèves, ce qui a pour effet d'alimenter l'idée que les sciences à l'école ne servent à rien. Fourez (1994) rapporte que les cours de sciences sont souvent vus par les élèves, mais aussi par les enseignants, comme un simple processus de transmission de contenus, ce qui entraîne une baisse de motivation et d'intérêt en ce qui a trait aux questions scientifiques. De leurs côtés, Fensham (2002) et Hewitt (1995) avancent que cette situation est due au fait que les matières scientifiques introduites à la fin du secondaire occupent surtout une fonction préparatoire aux programmes universitaires des facultés de sciences et une fonction de sélection des meilleurs élèves. Ces auteurs déplorent également que la modernisation des programmes de sciences ne se soit pas

faite en y intégrant les plus récents et intéressants développements des sciences de l'éducation, mais en conservant, comme dans les années cinquante, une vision sélective, élitiste et préparatoire pour le premier cycle universitaire.

En réponse à ce constat de crise de l'enseignement des sciences, de nombreux pays ont entrepris des réformes de leurs curriculums scientifiques (Jenkins, 1994). Ceux-ci ont alors fait appel à des spécialistes de deux grandes catégories : les scientifiques universitaires et les didacticiens des sciences.

Les scientifiques universitaires, « forts de leur statut et de leur autorité, ont défendu les contenus scientifiques scolaires existants » (Fensham, 2002: 135). Certains de ceux-ci ont même recommandé l'ajout de contenus supplémentaires, par exemple l'étude de la nature et de l'histoire des sciences aux États-Unis (AAAS, 1993), ou « l'investigation dans les sciences » au Royaume-Uni (Jenkins, 1994).

Les didacticiens ont estimé pour leur part qu'il fallait réorganiser complètement le curriculum scientifique scolaire de manière à préparer les élèves à la société moderne. Ils avaient une vision plus pragmatique des contenus scolaires scientifiques, mettant de l'avant l'idée qu'un concept n'est important pour un élève que s'il lui est utile dans sa vie future (Fensham, 2002). À cette époque, avec la proposition de l'alphabétisation scientifique où l'élève est perçu comme un futur citoyen, un virage s'est effectué en enseignement des sciences (Solomon, 1993).

De surcroît, dans à la plupart les propositions qui ont émané du constat de crise de l'enseignement des sciences, la stratégie de l'intégration des matières ou de l'interdisciplinarité curriculaire⁸ a été proposée dans de nombreux pays (Cassie et Haché, 1998). Selon ces auteurs, la solution à la crise actuelle de l'enseignement des sciences réside principalement dans l'adoption de cette stratégie. L'interdisciplinarité

⁸ Les concepts d'intégration et d'interdisciplinarité feront l'objet d'une section dans le chapitre présentant le cadre théorique de cette recherche.

curriculaire implique l'articulation des apprentissages autour d'objets⁹ ou de phénomènes, plutôt qu'autour des disciplines et de leurs savoirs propres. Selon Cassie et Haché (1998), une telle stratégie permet à l'apprenant de faire des liens entre ses apprentissages et différentes situations de sa vie quotidienne.

1.1.1 L'introduction de l'éducation technologique dans les curriculums scolaires

Dans cette perspective d'interdisciplinarité curriculaire, l'introduction de l'éducation technologique, proposée dans les années 80, avait pour but également de rendre plus utiles et concrets les curriculums scientifiques (UNESCO, 1983). Dans une étude réalisée auprès de trente-huit pays membres, l'UNESCO (1983) mentionne que l'introduction d'apprentissages relatifs à la technologie¹⁰ dans le processus d'éducation et de formation ne date pas d'hier. Sans remonter à l'époque de la découverte de la roue, on évoque par exemple la Tanzanie de l'époque précoloniale, où les habitants fabriquaient leurs maisons, leurs armes, leurs arcs et leurs flèches, leurs couteaux, des équipements ménagers, de la poterie, ainsi que des couleurs à base d'écorces d'arbres. On évoque aussi l'exemple des Amérindiens précoloniaux qui fabriquaient, utilisaient et enseignaient la fabrication d'outils et d'armes pour lesquels des notions de technologie étaient évidemment indispensables. Dans les tribus de Sioux (Dakotas), des inspecteurs d'hygiène appelés « Igmu Tanka » visitaient les villages pour le compte du Grand Sachem et imposaient des mesures d'hygiène, notamment en ce qui concerne les captations d'eau potable, les conditions de stockage et de préparation de la nourriture, ainsi que l'évacuation et la destruction des déchets. Dans ces exemples, la place de la technologie est évidente et son enseignement aux adolescents était systématiquement intégré.

Selon l'UNESCO (1983), la généralisation de l'enseignement primaire a concrétisé la séparation entre la vie réelle et ce qu'on a appelé l'enseignement général. L'école

⁹ Il s'agit ici d'objets d'apprentissage et non pas d'objets dans un sens technologique.

¹⁰ Le concept de technologie sera défini dans une section du chapitre du cadre conceptuel.

isolait l'enfant dans un univers différent de celui dans lequel il devait vivre en dehors des heures de classe. D'éminents pédagogues ont ainsi attiré l'attention du monde de l'éducation sur les dangers de cette séparation entre la vie scolaire et la vie réelle. Gandhi, par exemple, se préoccupait « de transformer les écoles existantes de telle sorte que les élèves soient prêts sur le plan psychologique comme sur le plan technique, à partager la vie et les travaux de leur collectivité locale » (UNESCO, 1983: 16).

Toujours selon l'UNESCO (1983), ce n'est finalement que dans les années soixante qu'un certain nombre de pays ont introduit diverses composantes technologiques ou techniques dans l'enseignement général. Jusqu'à cette époque, une séparation rigoureuse existait le plus souvent dans l'enseignement secondaire entre l'orientation académique dite générale préparant les étudiants à l'entrée à l'université et l'orientation technique destinée à former des candidats à l'entrée immédiate dans le monde du travail. On ajoute cependant que le bien-fondé de cette séparation entre l'enseignement général et technique a souvent été mis en doute. En effet, cette séparation n'est pas saine du point de vue éducatif, car il en résulte une spécialisation trop précoce dans l'enseignement technique et un appauvrissement de l'enseignement général.

En outre, le climat économique et l'accroissement du chômage ont favorisé un mouvement de diversification des programmes de l'enseignement secondaire général. Les sujets techniques ou technologiques étaient destinés aux élèves qui ne sont pas attirés par les sujets classiques. Ces sujets étaient également parfois incorporés dans les programmes destinés à l'ensemble des élèves sous forme de programmes spécifiques ou dispersés dans plusieurs cours sous forme de capsule pédagogique en lien avec diverses applications techniques et technologiques.

Sur ce point, la Recommandation de 1962 de l'UNESCO qui concerne l'enseignement technique et professionnel, s'énonçait comme suit :

Il conviendrait de porter le contenu culturel de l'enseignement technique et professionnel à un niveau tel que la spécialisation inévitable n'empêche pas l'épanouissement d'intérêts plus vastes. D'autre part, l'enseignement général devrait viser non seulement à inculquer des connaissances, mais aussi à préparer l'étudiant à participer activement à la vie, en se familiarisant avec la production et l'utilisation des biens créés par la technique et en lui rendant compréhensible le monde où il vit.» (UNESCO, 1962, dans UNESCO, 1983)

Par la suite, pour répondre à la demande des pays membres de l'ONU en vue d'actualiser la recommandation internationale de 1962, une recommandation révisée a été publiée en 1974 :

L'initiation à la technologie et au monde du travail devrait être un élément essentiel de la formation générale, sans lequel cette formation serait incomplète. Elle devrait familiariser les élèves avec l'aspect technologique de la culture moderne, sous son jour positif comme sous son jour négatif, et inculquer le respect du travail exigeant des capacités pratiques. Cette initiation devrait en outre retenir particulièrement l'attention dans une réforme et une rénovation de l'enseignement visant à une plus grande démocratisation et devrait figurer obligatoirement au programme dans l'enseignement primaire et les premières années du secondaire. (UNESCO, 1974, dans UNESCO, 1983: 15)

Dans son rapport de 1983, l'UNESCO rapporte que les programmes de technologie dans l'enseignement général sont nombreux et très variés. Dans les trente-sept pays étudiés, la plupart des systèmes éducatifs ont introduit, ou sont sur le point d'introduire ou de développer, des composantes à caractère technologique dans les programmes de l'enseignement général. On constate toutefois que ceux-ci sont intégrés au curriculum de manière variable, allant du simple cours ajouté jusqu'à une intégration transversale dans tous les cours. Certains pays déclarent que les notions technologiques qui sont enseignées imprègnent tous les cours donnés dans les écoles d'enseignement général. Dans d'autres pays, l'initiation technologique est en fait une

initiation au travail manuel dont le but n'est pas de préparer à l'emploi, mais de développer chez l'enfant le goût du travail manuel. Dans un troisième groupe de pays, l'orientation technologique est traitée en fonction d'objectifs éducatifs généraux et constitue un essai de compréhension, souvent théorique, de l'univers technologique moderne. Dans ces deux derniers cas, l'initiation technologique implique une composante culturelle qui a une fonction d'orientation et contribue à une éducation « générale » fonctionnelle permettant à l'apprenant de s'intégrer dans la société en citoyen utile, même s'il ne poursuit pas ses études.

L'UNESCO (1983) souligne néanmoins que plusieurs problèmes ont été mondialement rencontrés dans l'implantation des programmes de technologie. Une difficulté généralisée semble être celle du recrutement d'enseignants motivés et qualifiés. De plus, on constate très souvent des difficultés d'implantation liées au manque de ressources financières et matérielles, au manque de possibilités de perfectionnement ou de formation permanente des enseignants et au fait que l'élaboration de nouveaux cours et de méthodes innovatrices nécessite de la part des professeurs un temps considérable

Daugherty et Wicklein (1993) signalent que les difficultés rencontrées dans l'implantation des programmes de technologie ont souvent eu pour impact de remettre en cause leur existence propre. En lien avec toutes les réflexions liées à la crise de l'éducation scientifique et de l'enseignement des sciences présentées précédemment, plusieurs pays ont ainsi apporté divers changements de perspectives dans leur programme d'éducation technologique.

Poisson (2002) constate que d'une éducation technologique disciplinaire et compartimentée dans les années quatre-vingt, les années quatre-vingt-dix vont se caractériser par une éducation scientifique et technologique intégrée. Avec l'essor des réflexions sur l'impact des technologies dans les sociétés, plusieurs didacticiens ont

en effet proposé l'intégration de l'éducation scientifique et technologique¹¹. Le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique (Fourez, 1994), le courant Science-Technologie-Société (Aikenhead, 1984) et le courant Science-Technologie-Société-Environnement (Zoller, 1991) en sont des exemples.

1.1.2 L'opérationnalisation des nouvelles propositions : des réformes en enseignement des sciences et de la technologie partout dans le monde

L'opérationnalisation des propositions curriculaires des scientifiques universitaires et des didacticiens a pris plusieurs formes. Par exemple, aux États-Unis, un groupe de scientifiques universitaires réuni à l'occasion du Projet 2061 de l'*American Association for the Advancement of Science* (AAAS), a travaillé sur des « points de repère » (*Benchmarks of Scientific Literacy*) destinés à être inclus dans le curriculum américain des douze années du primaire et du secondaire. Selon le rapport du groupe publié initialement en 1989, *Science for all Americans* (AAAS, 1993), la connaissance d'un certain nombre de notions et de principes est nécessaire à une alphabétisation scientifique de base.

Dans une vaste recherche du Bureau International de l'Éducation de l'UNESCO, Poisson (2002) a réalisé une comparaison des tendances curriculaires des programmes en sciences et technologie dans dix pays d'Asie et cinq pays d'Europe. Cette recherche dégage diverses tendances curriculaires liées à l'intégration de l'éducation scientifique et technologique en Chine, en Corée, en France, en Indonésie, en Israël, au Japon, en Malaisie, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et en Thaïlande. Parmi les curriculums analysés, on identifie cinq grandes tendances en science et technologie¹² : le passage du paradigme de l'enseignement vers celui de l'apprentissage ; de l'apprentissage individuel vers un apprentissage plus coopératif ;

¹¹ L'émergence de l'intégration des sciences et de la technologie ainsi que de l'alphabétisation technologique seront davantage décrites dans le chapitre 2 - *Problématique*.

¹² Nous traiterons de ces diverses tendances curriculaires au chapitre 4 - *Cadre conceptuel*.

des savoirs appris vers des compétences intellectuelles développées ; des savoirs disciplinaires vers des savoirs intégrés ; l'intégration de l'éducation technologique.

1.2 Le contexte canadien

Au Canada, c'est la proposition « science, technologie et société » (STS) du didacticien Glen Aikenhead (1984) qui a été la plus inspirante pour les curriculums de sciences des différentes provinces. La proposition STS invite à mettre les concepts scientifiques en *contexte socialement significatif* pour les élèves (Solomon et Aikenhead, 1997). En plus de cet arrimage d'un enseignement des sciences avec la sphère sociale, la proposition STS est novatrice dans la mesure où elle fait intervenir la sphère technologique. Le chapitre suivant viendra montrer toutefois que l'articulation de ces différentes sphères, de natures et d'axiologies différentes, est plutôt problématique.

Du point de vue de l'histoire des changements du curriculum scientifique canadien, c'est en 1993 que le *Conseil des ministres de l'Éducation* a adopté la *Déclaration de Victoria* qui présentait un plan d'action pour l'avenir de l'éducation au Canada. S'en est suivi d'une vaste opération de réflexion épistémologique et pédagogique au sujet des savoirs, des habiletés et des attitudes liées aux sciences de la nature. En 1997, ce travail a engendré le *Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature*.

Utilisé comme principal document de référence dans la construction des nouveaux curriculums scientifiques des provinces canadiennes (sauf celui du Québec), ce document redéfinit les visées de l'enseignement des sciences et de la technologie :

Le cadre commun vise à encourager l'élève à développer un sentiment d'émerveillement et de curiosité, couplé d'un sens critique, à l'égard de l'activité scientifique, amener l'élève à se servir des sciences et de la technologie pour construire de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes, [...] préparer l'élève à aborder de façon critique des questions d'ordre social, économique, éthique et environnemental liées aux sciences, donner à l'élève des bases solides en sciences, [...] développer chez l'élève une sensibilisation à une vaste gamme de carrières liées aux sciences, à la technologie et à l'environnement. (Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, 1997: 5).

Cette thèse de doctorat se situe dans le contexte de l'émergence de ces nouveaux curriculums scientifiques qui proposent l'introduction de nouvelles dimensions éducatives en enseignement des sciences : la technologie, les préoccupations éthiques, environnementales ou sociales en sont des exemples. Le chapitre 2 discute davantage des défis et des enjeux liés à l'intégration de ces nouvelles dimensions en enseignement des sciences et de la technologie.

1.3 Le contexte québécois

En 1997, dans la lignée des réformes mises en branle au Canada et dans le reste du monde, le ministère de l'Éducation du Québec¹³ a lancé un vaste projet de réforme de tous les programmes de son curriculum du primaire et du secondaire (Gouvernement du Québec, 1997). Cette réforme a émané d'une large opération de consultation de la société québécoise, les *États généraux sur l'éducation*, au sujet de la place que devait occuper l'éducation face aux réalités nouvelles. Ces réalités sont celles de l'internationalisation, de l'explosion des connaissances, du développement accéléré des technologies et de la complexification de la vie en société (Gouvernement du Québec, 1996).

¹³ Récemment ce ministère a été renommé ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Cette réforme, décrite dans le *Programme de formation de l'école québécoise*, est maintenant implantée au primaire depuis sept ans et a touché la première année du secondaire à l'automne 2005.

Le *renouveau pédagogique* au Québec se caractérise tout d'abord par la réaffirmation de la triple mission de l'École : « Instruire dans un monde de savoirs, socialiser dans un monde pluraliste et qualifier dans un monde de changement » (Gouvernement du Québec, 2003: 8).

De plus, la nouvelle vision de l'enseignement et de l'apprentissage est certainement un des changements les plus importants instaurés dans la réforme québécoise. « Le Programme de formation est conçu dans la perspective de connaissances construites par l'élève plutôt que transmises par l'enseignant [...] » (Gouvernement du Québec, 2003: 9). Cette citation montre de manière explicite le passage du paradigme de l'enseignement au paradigme de l'apprentissage. Alors que l'enseignant avait traditionnellement un rôle de transmetteur de connaissances, il sera dorénavant présenté comme un guide favorisant le développement des compétences de ses élèves.

En effet, l'approche par compétences est un autre des grands changements instaurés par le nouveau pédagogique. Alors que les programmes étaient traditionnellement orientés autour des contenus et des objectifs d'apprentissage, les nouveaux programmes visent le développement de compétences disciplinaires et de compétences transversales.

On y définit la notion de compétence comme « un savoir-agir impliquant la mobilisation efficace d'un ensemble de ressources » (Gouvernement du Québec, 2003: 9). Néanmoins, il faut comprendre que la nouvelle notion de compétence ne vient pas s'opposer à celle de la connaissance. Comme le précise le gouvernement du Québec (2003: 9) :

Connaissances et compétences ne s'opposent pas : elles se complètent. Les connaissances sont des ressources essentielles qui permettent d'agir adéquatement dans une situation complexe, mais le savoir-agir propre à une compétence suppose une appropriation et une utilisation intentionnelle des notions et des habiletés en cause.

Enfin, le nouveau curriculum prévoit le développement de compétences qui sont transversales à l'ensemble des disciplines. Ces dernières :

[...] sont dites transversales en raison de leur caractère générique et du fait qu'elles se déploient à travers les divers domaines d'apprentissage. Elles ont, par définition, une portée plus large que les compétences disciplinaires puisqu'elles débordent les frontières de chacune des disciplines. [...] En ce sens, elles constituent des outils d'une très grande importance pour qui doit vivre dans une société où les situations et les interactions sont complexes, difficilement prévisibles et en évolution constante » (Gouvernement du Québec, 2003: 28).

Les compétences transversales sont au nombre de neuf et sont regroupées sous quatre ordres : intellectuel, méthodologique, personnel et social ainsi que de la communication. Elles devraient se développer à travers tous les domaines d'enseignement, et ce, du primaire jusqu'à la fin du secondaire.

1.3.1 L'opérationnalisation des nouvelles orientations éducatives : le Programme de formation de l'école québécoise

De manière à opérationnaliser les nouvelles approches prescrites dans le renouveau pédagogique québécois, les élèves pourront développer leurs compétences disciplinaires et leurs compétences transversales par l'entremise de situations d'apprentissages ouvertes, intégratives et contextualisées. Selon le gouvernement du Québec (2003 : 272), « une situation est contextualisée dans la mesure où elle s'inspire de phénomènes naturels, de questions d'actualité, de problèmes du quotidien ou de grands enjeux de l'heure. »

Or, dans le but d'opérationnaliser cette contextualisation des situations d'apprentissage, le ministère de l'Éducation a introduit l'idée de « *domaines généraux de formation* » (DGF). Ces domaines généraux de formation, présentent « les problématiques auxquelles les jeunes doivent faire face dans différentes sphères importantes de leur vie. Ces domaines sont porteurs d'enjeux importants pour les individus et les collectivités » (Gouvernement du Québec, 2003: 21). Les DGF, au nombre de cinq, sont regroupés de la manière suivante : « santé et bien-être », « orientation et entrepreneuriat », « vivre-ensemble et citoyenneté », « médias » et « environnement et consommation ». C'est entre autres par le DGF « environnement et consommation » que certains éléments d'éducation relative à l'environnement ont fait leur apparition dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ).

Quant aux notions d'ouverture et d'intégration, le PFEQ précise en outre qu'« une situation d'apprentissage est ouverte lorsqu'elle présente des données de départ susceptibles de fournir différentes pistes de solution. Ces données peuvent être complètes, implicites ou superflues » (Gouvernement du Québec, 2003: 272). Enfin, une situation est intégrative lorsqu'elle permet de mobiliser des ressources issues de différentes disciplines (Gouvernement du Québec, 2003).

Cette dernière caractéristique d'une situation pédagogique fait référence aux concepts d'intégration et d'interdisciplinarité¹⁴, qui sont centraux dans les nouveaux curriculums, ailleurs et au Québec. Les nouvelles visées éducatives québécoises semblent effectivement accorder à ces concepts une importance particulière :

¹⁴ Rappelons que ces concepts seront définis au chapitre 5 - *Cadre théorique*.

Dans un monde où l'interdépendance des phénomènes est de plus en plus évidente et le niveau de compétence exigé pour y faire face, de plus en plus élevé, l'enseignement d'éléments de contenu fragmentés ne répond plus aux besoins. Il faut décroïsonner¹⁵ les apprentissages et amener les élèves à découvrir les relations entre ces éléments pour qu'ils puissent construire leurs savoirs par la résolution de problèmes complexes. (Gouvernement du Québec, 2003: 10-11)

Malgré un vocabulaire et des appellations différentes, on constate que la réforme au Québec s'inscrit généralement, par ses grandes orientations, dans les tendances mondiales et nationales explicitées précédemment.

En gardant en tête les nouvelles prescriptions curriculaires présentées plus haut, la section suivante présente les changements qui vont s'opérer dans les nouveaux programmes « Science et technologie » au Québec.

1.3.2 Les nouveaux programmes « Science et technologie » au Québec

Le renouveau pédagogique québécois présenté précédemment implique une réorganisation complète de la grille-matière qui constitue l'ensemble des cours prescrits ou optionnels que doivent suivre les élèves.

En enseignement des sciences, les changements aux programmes sont majeurs. Tout d'abord, plutôt que la traditionnelle séquence de programmes distincts d'« écologie », d'« initiation aux sciences physiques » (ISP), de « biologie humaine » et de « science-physique », les nouveaux programmes - *Science et technologie* - mettent « en relation les champs disciplinaires des sciences de la Terre et de l'espace, de la biologie, de la physique, de la chimie et de la technologie, dans le cadre de problématiques liées à quelques grands thèmes issus des domaines généraux de formation » (Gouvernement du Québec, 2003: 267).

¹⁵ Certains auteurs font référence au *décloisonnement des matières* pour évoquer l'idée de l'*interdisciplinarité des matières* ou d'*intégration curriculaire*. Nous traiterons de cette confusion conceptuelle au chapitre 4 - *Cadre conceptuel*.

Ainsi, les anciens programmes disparaissent de la première à la quatrième secondaire pour laisser leur place à deux nouveaux programmes¹⁶ : « Science et technologie - premier cycle du secondaire » et « Science et technologie - deuxième cycle du secondaire ». Des changements sont également à prévoir concernant les nouvelles options scientifiques de cinquième secondaire. Celles-ci ne sont pas encore bien définies à l'heure actuelle. Elles apparaissent dans les articles du nouveau régime pédagogique, mais seule l'option de quatrième secondaire « Science et technologie de l'environnement » est explicitement nommée.

C'est par le développement de trois compétences disciplinaires que le gouvernement du Québec (2003: 268) envisage le développement d'une culture scientifique et technologique de base accessible à tous :

Il importe [...] d'amener les élèves à enrichir graduellement cette culture, de leur faire prendre conscience du rôle qu'elle joue dans leur capacité de prendre des décisions éclairées et de leur faire découvrir le plaisir que l'on peut retirer de la science et de la technologie.

Ces trois compétences disciplinaires veulent amener l'élève à :

- *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique;*
- *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques;*
- *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie.*

(Gouvernement du Québec, 2003: 264)

La première compétence met l'accent sur la dimension méthodologique. Elle se développerait dans l'action « par le recours à une démarche d'investigation qui caractérise le travail du scientifique et celui du technologue » (Gouvernement du Québec, 2003: 268). La seconde compétence est axée sur la conceptualisation et le transfert des apprentissages. C'est en se questionnant sur des phénomènes naturels, en

¹⁶ Le premier cycle correspond à la 1^{re} et la 2^e secondaire alors que le deuxième cycle correspond à la 3^e et la 4^e. Les programmes-cycle sont donc étalés sur deux années.

réfléchissant sur la nature des connaissances scientifiques et technologiques, en analysant des objets techniques, que l'élève pourrait en venir à mieux comprendre le monde qui l'entoure. Enfin, la troisième compétence, de l'ordre de la communication, fait appel aux langages propres à la science et la technologie. Cette compétence implique la production, l'interprétation et la transmission de messages à caractère scientifique et technologique.

Globalement, les changements impliquent le développement de trois compétences disciplinaires et de douze compétences transversales¹⁷ dans des situations d'apprentissage ouvertes, intégratives et contextualisées par l'un ou l'autre des cinq domaines généraux de formation. La tâche n'est pas simple ; les changements sont majeurs et possiblement problématiques.

1.4 L'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement

Parallèlement aux divers changements qui s'amorcent dans les curriculums de science, la prise de conscience des problèmes environnementaux a pris des proportions plus importantes dans diverses sociétés et cela se traduit dans leurs curriculums scolaires. La section suivante vient décrire l'émergence de ces préoccupations pour ensuite exposer leur influence en enseignement des sciences et de la technologie.

1.4.1 La prise de conscience des problèmes environnementaux

Depuis les années soixante, les sociétés du monde entier ont graduellement pris conscience de l'ampleur, de la sévérité et de la complexité des divers problèmes environnementaux touchant notre planète. Cette prise de conscience s'est effectuée autour d'une multitude de problématiques d'ordre biophysique. Par exemple, Fien (1995) cite les changements climatiques, le réchauffement de la planète, la

¹⁷ Le lecteur davantage intéressé par le *Programme de formation de l'école québécoise* pourra le consulter à l'adresse <http://www.mels.gouv.qc.ca>.

destruction de la forêt amazonienne, la décroissance de la biodiversité, la désertification de certains territoires, le déséquilibre entre les populations et les ressources disponibles, la pollution, les accidents nucléaires, l'enfouissement des déchets toxiques et tout un acabit d'autres menaces pour la qualité de vie des humains ou l'équilibre des écosystèmes.

Fien (1995) évoque aussi une prise de conscience à l'égard de problématiques environnementales touchant les relations entre les individus et les groupes sociaux. Les sociétés du monde entier sont progressivement, à divers degrés, conscientisées au sujet des inégalités sociales en ce qui concerne les standards de vie et de bien-être. Conflits régionaux, déséquilibres de consommation et surexploitation des ressources entre régions et sociétés, sécheresses, famines, malnutrition, augmentation de la marginalisation des femmes et des minorités ethniques et accumulation des dettes des pays pauvres sont autant d'exemples de dimensions sociales de problématiques environnementales présentes encore aujourd'hui.

Pour tenter de résoudre ces diverses problématiques, les acteurs des différentes organisations de gouvernance et de la société civile (chefs d'État, organismes non gouvernementaux, groupes environnementaux, syndicats, etc.) se sont rencontrés lors de nombreux sommets, congrès et colloques. Ces rencontres ont donné lieu à des engagements divers à travers des rapports, des chartes ou de grandes déclarations. Le tableau 1.1 résume succinctement quelques-unes des déclarations les plus importantes en lien avec l'éducation relative à l'environnement.

Ce tableau montre premièrement que diverses appellations, qui sous-entendent différentes visions du lien entre éducation et environnement, sont utilisées pour traiter de l'intégration des préoccupations environnementales dans les milieux d'éducation formelle et non formelle. On y constate la volonté des différents décideurs et acteurs sociaux de réagir face aux problèmes environnementaux. L'éducation, tant dans les

milieux formels que non formels, est vue par toutes les nations comme l'une des voies qui mènera à une amélioration environnementale substantielle de la planète¹⁸.

Tableau 1.1
Aperçu des documents fondateurs de l'éducation relative à l'environnement
Tiré de Orellana et Fauteux (2000)

Année	Lieu (si applicable), organisation et événement (si applicable)	Documents associés	Principaux éléments de contenu
1972	Stockholm, ONU Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain	Déclaration et plan d'action de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain	<i>La première Conférence internationale sur l'environnement humain, tenue à Stockholm, deux ans après la première célébration du Jour de la Terre aux États-Unis et l'Année de protection de la nature, en Europe, révèle l'ampleur planétaire de la détérioration de l'environnement. (Orellana et Fauteux, 2000: 4).</i>
1975	Belgrade, UNESCO-PNUE Colloque international sur l'éducation relative à l'environnement	La Charte de Belgrade : un cadre mondial d'éducation relative à l'environnement	<i>En 1975, à Belgrade, se tient le premier Colloque international sur l'ERE. Cette rencontre a pour objet de donner suite à la recommandation de la Conférence de l'ONU sur l'environnement humain en créant le Programme International de l'éducation en matière d'environnement (PIEE) pour la période 1975-1985. Géré par l'UNESCO et le PNUE, le PIEE identifie six objectifs généraux de l'ERE : la prise de conscience, l'acquisition de connaissances à l'égard de l'environnement et ses problèmes, le développement d'attitudes, de valeurs et de comportements respectueux envers l'environnement ; l'acquisition de compétences pour la résolution de problèmes ; le développement de capacités d'évaluation de la situation; et enfin, la participation individuelle et collective dans la mise en oeuvre des solutions aux problèmes environnementaux. (Orellana et Fauteux, 2000: 4).</i>
1977	Déclaration de Tbilissi,	Conférence inter-gouvernementale sur	<i>La Conférence intergouvernementale sur l'ERE tenue à Tbilissi en 1977, est le</i>

¹⁸ Plusieurs auteurs ont présenté un historique de l'éducation relative à l'environnement à l'échelle internationale. Entre autres, Stapp (1974), Stevenson (1987), Maldague (1987) et Orellana et Fauteux (2000). Nous ne croyons pas pertinent d'en faire ici la présentation exhaustive.

Année	Lieu (si applicable), organisation et événement (si applicable)	Documents associés	Principaux éléments de contenu
	UNESCO-PNUE Conférence inter-gouvernementale sur l'éducation relative à l'environnement	l'éducation relative à l'environnement : Rapport final Déclaration de Tbilissi	<i>moment culminant de la première phase du Programme International de l'ERE amorcé en 1975 par l'UNESCO et le PNUE. Parmi les 41 recommandations issues de cette rencontre, et reprenant l'essentiel de la Charte de Belgrade, le rôle, les buts, les objectifs (désormais au nombre de 5) et les principes directeurs de l'ERE sont précisés ; des stratégies nationales et internationales sont proposées. L'environnement est perçu comme un ensemble qui doit inclure les aspects biologiques, physiques, sociaux, culturels et économiques et leurs interrelations. L'environnement est une ressource qu'il importe de mieux comprendre pour mieux l'utiliser (cette interprétation reste désormais en vigueur dans tous les documents officiels de l'UNESCO et de l'ONU). (Orellana et Fauteux, 2000: 5).</i>
1987	Moscou, UNESCO-PNUE Congrès international UNESCO-PNUE sur l'éducation et la formation relative à l'environnement	Stratégie internationale d'action en matière d'éducation et de formation relative à l'environnement pour les années 1990	<i>À Moscou, en 1987, l'ERE est située d'emblée dans le contexte du développement durable. Même si cette notion demeure peu définie et se prête à de nombreuses interprétations, une stratégie est envisagée pour accroître l'efficacité de l'ERE en la situant dans cette nouvelle perspective. Par ailleurs, la Déclaration de Moscou poursuit la tradition de Belgrade et de Tbilissi. Selon l'article premier, à l'origine des problèmes environnementaux se trouvent surtout des facteurs sociaux, économiques et culturels ; or, il importe d'agir sur les systèmes de connaissances et de valeurs liés aux habitudes et aux comportements de la population à l'égard de l'environnement de manière à trouver des solutions adéquates aux problèmes environnementaux. (Orellana et Fauteux, 2000: 6).</i>
1992	Rio de Janeiro, ONU Conférence des Nations Unies sur l'environnement	Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement :	<i>En 1992, vingt ans après Stockholm, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement se tient à Rio et établit des stratégies de conservation pour la construction d'un avenir durable. Le Chapitre 36 du plan</i>

Année	Lieu (si applicable), organisation et événement (si applicable)	Documents associés	Principaux éléments de contenu
	et le développement	Action 21-Déclaration de Rio	<i>d'action adopté, le Plan d'Action 21, concernant l'éducation, la sensibilisation et la formation du public, confirme le rôle de l'éducation et l'importance d'inscrire l'ERE dans la perspective du développement durable. On y formule l'objectif de mettre sur pied pour 1996 des programmes nationaux d'éducation pour le développement durable. L'ERE est envisagée comme un outil indispensable du développement durable, où les savoirs environnementaux sont mis en lien avec ceux qui concernent le domaine de la science, de la technologie, de la gestion et des lois. (Orellana et Fauteux, 2000: 7).</i>
2002	Johannesburg, ONU Sommet mondial pour le développement durable	Déclaration de Johannesburg sur le développement durable Plan de mise en oeuvre	La Déclaration de Johannesburg vise à éradiquer la pauvreté, corriger les inégalités entre le monde développé et en développement, et à fondamentalement refaçonner notre monde. De plus, elle s'engage à développer des plans d'actions concrets et réalisables et plus locaux, pour les programmes. Cela prend forme sous l'appellation Action Locale 21. (ONU, 2002).
2005	New York, ONU 57 ^e session	Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable	Résolution qui proclame la Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable 2005 à 2015. (UNESCO, 2004). <i>Son objectif est d'intégrer les principes, les valeurs et les pratiques du développement durable dans tous les aspects de l'éducation et de l'apprentissage. Cet effort éducatif encouragera les changements de comportement afin de créer un avenir plus viable du point de vue de l'intégrité de l'environnement, de la viabilité économique et d'une société juste pour les générations présentes et futures. (UNESCO, 2004 : 1)</i>

Néanmoins, malgré les engagements pris au fil du temps par les décideurs politiques en éducation, il semble que les actions concrètes à l'égard de la prise en compte des questions environnementales en éducation tardent à venir. À ce sujet, David Orr

(1995, dans Fien, 1995) dénonce le fait que les enfants sont éduqués tous les jours dans une société qui ne fait pas prendre conscience des urgences planétaires. Dans la même perspective, d'autres auteurs critiquent les décideurs politiques, signalant que bien peu d'attention est dédiée à la planification de l'avenir de notre planète à l'école (Hicks et Holden, 1995).

Par ailleurs, plusieurs auteurs (Fien, 1995; Jickling, 1998-1999b; Sammel, 2000b; Knapp et Barrie, 2001; Gough, 2002a; McKeown Ice et Hopkins, 2003; UNESCO, 2004; Sauvé, Brunelle et Berryman, 2005) affirment que l'éducation relative à l'environnement s'est surtout réalisée en contexte non formel. L'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement à l'école serait une tendance récente (Ashley, 2000; Papadimitriou, 2001; Wright, 2002; Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003) encore bien peu concrétisée. À ce sujet, Sammel (2000) rapporte que même si l'éducation relative à l'environnement aux États-Unis est devenue un « *buzzword* » (sic) curriculaire depuis les années soixante, on n'en retrouve pas de conséquences réelles et généralisées dans les pratiques.

1.4.2 L'émergence du concept de développement durable

La contextualisation de cette recherche ne saurait être complète sans aborder le phénomène macro-culturel du développement durable. Le concept lui-même occupe une place importante et soulève certains enjeux lorsqu'on évoque l'idée d'introduire des préoccupations environnementales en éducation. Ce qui suit présente un bref historique de l'apparition du concept de développement durable. Une discussion suivra au sujet des implications éducatives qui découlent de sa « popularité » croissante dans les nouveaux curriculums.

Dans leur analyse du concept de « développement durable », Sauvé, Berryman et Brunelle (2003) ont examiné les fondements idéologiques, épistémologiques,

éthiques, curriculaires de nombreuses propositions internationales au sujet de l'éducation relative à l'environnement et du développement durable.

Tout d'abord, dans leur analyse spécifique du concept de « développement », ces auteurs rappellent que

[...] l'éducation relative à l'environnement est née dans le creuset du « Nouvel ordre économique mondial » promulgué en 1974. La Déclaration relative à ce nouvel ordre est issue d'une session spéciale de l'Assemblée générale des Nations Unies « ayant pour but d'étudier pour la première fois les problèmes de matières premières et de développement, dans la perspective d'envisager la résolution des problèmes économiques les plus importants se posant à la communauté mondiale. » (ONU, 1974, traduction libre, dans Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003)

Ces auteurs font remarquer que le concept de développement est associé à un problème de matières premières. Cela témoignerait d'une conception de la biosphère comme réservoir de ressources au service de la croissance économique. Ce nouvel ordre économique mondial impliquerait donc un rapport à l'environnement de nature utilitariste :

La préoccupation de partage et d'équité dont témoigne ce nouvel ordre économique est certes d'importance capitale ; le rapport à l'environnement qui y est proposé n'en reste pas moins étroitement utilitariste : l'environnement doit être préservé pour la pérennité de ses matières premières, afin de pouvoir poursuivre un développement continu et équitable dans le monde entier. (Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003)

La *Charte de Belgrade*, publiée en 1976 (UNESCO-PNUE, 1976, dans Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003) inscrira les fondements de l'éducation relative à l'environnement dans un tel cadre de référence, où le développement est présenté comme une aventure de nature économique :

La récente déclaration des Nations Unies en faveur d'un Nouvel ordre économique international appelle une conception nouvelle du développement, une conception qui prenne en considération la satisfaction des besoins et des aspirations de tous les citoyens du globe, le pluralisme des sociétés, l'équilibre et l'harmonie entre l'humanité et le développement [...] les ressources du monde devraient être mises en valeur de manière à profiter à toute l'humanité et à fournir le potentiel qui permettra d'améliorer la qualité de vie de chacun.

Sauvé (2007a) observe que ce « construit social » qu'est le développement durable s'inscrit dans cette perspective economiciste du développement et utilitariste de l'environnement. Celle-ci souligne que la notion de développement durable a connu de très nombreuses interprétations, « et elle a été d'autre part l'objet d'une réelle inflation sémantique jusqu'à recouvrir l'ensemble des meilleures intentions du monde » (Sauvé, 2000). Pour cette auteure, le concept de développement durable est problématique depuis son origine même :

La notion de développement durable a émergé d'un compromis historiquement négocié entre certains acteurs sociaux à l'issue des travaux de la CMED. Le sociologue Jean-Guy Vaillancourt (1992) rappelle que la notion d'éco-développement avait d'abord été proposée, entre autres par Ignacy Sachs et Maurice Strong. Cette notion laisse peu d'équivoque: le développement y est associé à la prise en compte des principes écologiques de base (dont celles qui ont trait à la capacité de support du milieu) et à une éthique écologiste basée sur les valeurs d'autonomie, de solidarité, de responsabilité à l'égard des réalités socio-environnementales. Or, comme le signale Vaillancourt, toute référence explicite à l'écologie ou à l'environnement apparaissent comme un irritant pour beaucoup d'acteurs de la sphère économique et politique. La notion de développement durable a alors été adoptée, précisément à cause du flou qu'elle entretenait à l'égard du type même de développement en question, dont la seule caractéristique explicite était qu'il soit de nature à se perpétuer (Sauvé, 2000).

Elle ajoute que « le *développement durable* est ainsi apparu comme un slogan fort astucieux qui a permis d'ouvrir un premier dialogue (si superficiel soit-il) entre le

monde de l'entreprise et de la politique, et celui de l'environnement » (Sauvé, 2000).

Elle souligne également que :

De façon réaliste, en fonction de l'économisme de l'époque, on peut considérer que ce concept (le développement durable) était un compromis acceptable pour débloquer la situation où risquait de s'enliser longtemps le mouvement environnementaliste. Jusqu'à un certain point, cette stratégie s'est avérée porteuse puisque les préoccupations environnementales, désormais reconnues comme passages obligés du développement économique, sont de plus en plus prises en compte par les décideurs.

La figure 1.1 conceptualise la notion de développement durable en évoquant les liens entre l'économie, la société et l'environnement. Toutefois, dans ce schème conceptuel, Sauvé (2000) fait remarquer que le pôle économique impose ses règles aux pôles « société » et « environnement ».

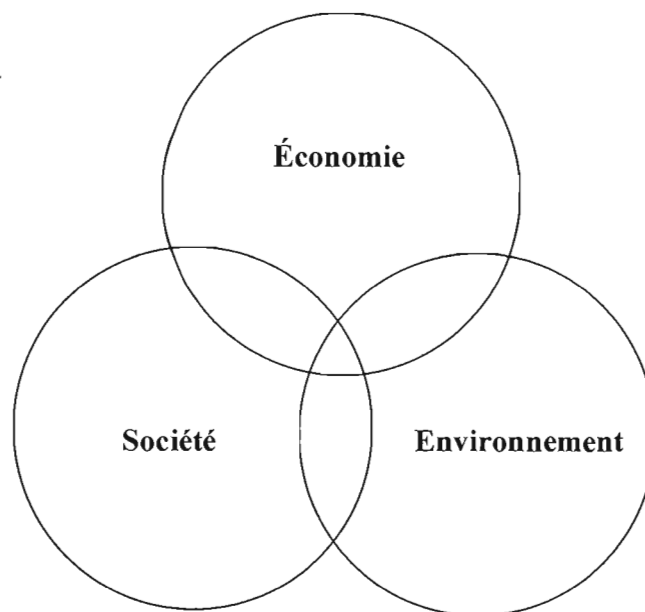


Figure 1.1
Schème conceptuel du développement durable
(CMED, 1988)

Ceci dit, même si le construit social du développement durable a pu être un compromis acceptable dans les milieux économique et politique, Sauvé (2007a) voit comme problématique l'intégration de ce concept en éducation, surtout s'il occupe une place centrale au cœur d'un projet éducatif. Elle soutient que « les promoteurs du développement durable insistent de plus en plus sur son institutionnalisation. D'une proposition, on passe à une norme, à une prescription : c'est désormais LE chemin, LE pont, et c'est finalement la destination » (Sauvé, 2007a).

Deux observations relatives à la dimension pédagogique de l'éducation pour le développement durable (EDD) méritent ici d'être exposées. D'une part, on y retrouve souvent, comme c'est le cas pour l'éducation relative à l'environnement, l'enthousiasme de celui qui découvre l'éducation ou qui accède à une nouvelle réflexion sur l'éducation à travers son engagement envers l'éducation pour le développement durable (ce qui apparaît comme une retombée positive non négligeable!). Cette dernière devient synonyme d'un renouveau pédagogique. La spécificité de l'éducation pour le développement durable se confond avec les approches pédagogiques adoptées, qui par ailleurs, sont présentées comme spécifiques à l'EDD. C'est ainsi qu'on retrouve dans certains discours l'énoncé de caractéristiques pédagogiques pour l'EDD qui reprennent en réalité les mêmes éléments déjà associés il y a 20 ans à l'éducation relative à l'environnement, et qui relèvent plutôt du courant éducationnel progressiste.

Par ailleurs, malgré les approches et les stratégies pédagogiques novatrices proposées, le discours officiel sur l'éducation pour le développement durable (en particulier celui de la filière ONU) se rattache bien souvent au paradigme rationnel-technologique de l'éducation, tel que décrit par Bertrand et Valois (1992). On y retrouve un discours typique de la modernité, qui associe l'EDD à un transfert des connaissances scientifiques et technologiques et qui considère l'éducation comme un moyen pour mettre le potentiel humain, comme les autres formes de potentiel, au service de la croissance économique. Ce discours se retrouve dans certaines politiques nationales où il s'agit de créer des « brigades scolaires » qui feront la « promotion du développement durable » (Sauvé et coll., 2003, 2005). Il n'y a pas ici d'invitation explicite au développement de la pensée critique, sinon dans les limites du cadre de référence du développement durable.

Bien sûr, il importe de ne pas confondre le concept de développement durable, dont la pertinence comme fondement éducationnel est éminemment discutable, avec les propositions pédagogiques concrètes de nombreux concepteurs de matériel pédagogique et avec les interventions des éducateurs. Si le problème se pose au niveau des fondements et des politiques sous-jacentes à la proposition de l'éducation pour le développement durable, de nombreuses pratiques qui s'inscrivent sous cette appellation montrent une réelle pertinence au regard des changements dans les pratiques d'enseignement et d'apprentissage qui permettront de faire en sorte que l'éducation puisse contribuer aux transformations sociales qui s'imposent. Beaucoup d'éducateurs ne retiennent du développement durable que l'espoir d'un changement socio-écologique, et pour eux, le discours officiel a peu d'importance, sinon l'avantage d'offrir un levier pour un projet éducatif alternatif qu'ils contribuent à construire. Il n'est resté pas moins qu'en éducation, où il s'agit de développer des compétences critiques et éthiques, une concession stratégique de ce type ne peut être que provisoire. (Sauvé, 2007)

Dans le cadre de cette recherche, il était important de caractériser davantage les enjeux qui entourent l'intégration du concept de développement durable au sein des nouveaux curriculums. Une position formelle, appuyée sur celle de Sauvé (2000, 2007a), au regard de l'intégration des préoccupations environnementales, du développement durable et des propositions éducatives qui en découlent, sera présentée au chapitre 4 - *Cadre conceptuel et théorique*.

1.4.3 L'éducation relative à l'environnement en contexte formel

À la lumière d'une recherche récente, Lucie Sauvé, Thomas Berryman et Renée Brunelle (2003) ont fait plusieurs constats relatifs à l'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement en contexte formel ou scolaire. Ces auteurs ont caractérisé l'état de l'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement à travers le monde, par l'analyse de politiques et d'initiatives internationales, nationales et locales.

Tout d'abord, à l'analyse de vingt-neuf politiques provenant d'organismes internationaux (UNESCO, OCDE, Banque Mondiale, etc.) en lien avec l'éducation relative à l'environnement (désormais associée à une éducation pour le développement durable), ces auteurs posent quatre constats :

- *L'éducation est généralement vue comme un instrument pour un but prédéterminé, celui du développement, plutôt que comme un processus émancipatoire ;*
- *L'environnement est généralement conçu comme un ensemble de ressources, et associé aux problèmes de gestion des ressources. L'idée d'un monde vivant ayant une valeur intrinsèque n'est pas présente ;*
- *Le développement est généralement mal défini ou la plupart du temps associé à l'idée de croissance économique durable, et ce, à titre de condition essentielle au développement humain ;*
- *L'éducation relative à l'environnement est essentiellement un outil de résolution de problème et de gestion pour réaliser le développement durable. (Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003)*

C'est aussi dans ces perspective « développementiste » et instrumentale que l'éducation relative à l'environnement semble présentement s'institutionnaliser dans le monde entier.

Selon d'autres auteurs (Fien, 1995; Garcia, 1999), l'approche adaptée en milieu scolaire pour l'éducation relative à l'environnement serait très réductionniste. Elle ne mettrait l'accent que sur les problèmes de ressources naturelles en ignorant presque complètement les relations entre l'environnement naturel et les différents aspects sociaux, politiques, culturels et économiques du rapport à l'environnement. Pour sa part, Childress (1978) dénonçait que la plupart des programmes scolaires comportant des dimensions d'éducation relative à l'environnement étaient surtout centrés sur l'apprentissage de savoirs biophysiques au sujet de l'environnement plutôt que de développer l'esprit critique des élèves en lien avec les problèmes environnementaux.

Au sujet des modalités d'intégration de l'éducation relative à l'environnement dans les curriculums, en lien ou non avec l'idée de développement durable, Sauvé,

Berryman et Brunelle (2003) constatent à l'analyse des politiques de quinze pays (d'Amérique, d'Europe, d'Afrique et d'Océanie), que différentes stratégies ont été développées. L'éducation relative à l'environnement est surtout introduite par la stratégie de la transversalité, où l'environnement est perçu comme un thème transversal, un lieu d'intégration pour les diverses disciplines scolaires. Cela vient confirmer les propos de Papadimitriou (2001) qui reprend la proposition de Tbilissi (UNESCO, 1978) et signale que l'éducation relative à l'environnement à l'école ne devrait pas être un sujet à part entière, mais bien un thème à intégrer à toutes les disciplines scolaires.

Au sujet de ces disciplines, Sauvé, Berryman et Brunelle (2003) ont constaté que les créneaux d'intégration les plus fréquents en éducation relative à l'environnement sont ceux de sciences biophysiques, de sciences humaines et de développement personnel et social.

Toutefois, plusieurs auteurs (Gough, 1997; Littledyke, 1997; Ashley, 2000; Sammel, 2000b; Andrew et Robottom, 2001; Papadimitriou, 2001; Gough, 2002a) affirment que c'est surtout dans les disciplines scientifiques que l'éducation relative à l'environnement s'est institutionnalisée en contexte scolaire. Nous reviendrons sur cette idée qui se retrouve au coeur de la problématique de cette thèse.

De plus, il est important de souligner que très peu de gouvernements ont concrètement introduit l'ERE dans leurs curriculums scolaires sous forme d'objets d'apprentissage au sein de programmes distincts. Les curriculums nationaux n'y font référence que de façon générale dans les principes et fondements éducatifs (Sauvé, 1999). Plusieurs pays (par exemple, les États-Unis, le Canada – dont le Québec –, la Grande-Bretagne et l'Espagne) voient l'intégration de l'environnement dans les curriculums sous forme de thème transversal aux différentes disciplines (McFadden, 1997; Gouvernement du Québec, 1997; Gayford, 1998; Membiela, 1999). D'autres

(par exemple, la Grèce), favorisent l'implantation de l'ERE à travers certains projets transdisciplinaires relatifs à des problématiques environnementales; Papadimitriou (2001) rapporte que ces projets sont souvent annexés de manière plutôt accessoire au curriculum officiel.

En effet, Papadimitriou (2001) est d'avis qu'en dépit de l'enthousiasme à propos de l'éducation relative à l'environnement à l'école, son arrimage avec les disciplines scolaires demeure problématique. Elle ajoute :

Plusieurs progrès ont été fait par la production de matériel pédagogique, de haute qualité dans plusieurs cas, plusieurs pratiques fructueuses ont été rapportées, mais concrètement, l'éducation relative à l'environnement n'a pas été un sujet abordé par tous les élèves. Aucun pays ne peut aujourd'hui réclamer d'avoir complètement intégré l'éducation relative à l'environnement dans son curriculum scolaire, et ce, malgré les multiples affirmations officielles en ce sens. (Traduction libre, Papadimitriou, 2001)

1.4.4 L'éducation relative à l'environnement dans la réforme scolaire québécoise

Tel que signalé préalablement, le Québec est en plein processus de réforme éducative. Dans les changements annoncés, les préoccupations environnementales sont introduites à la fois de façon transversale, disciplinaire et spécifique.

Introduction transversale

Parmi les cinq domaines généraux de formation, le domaine « Environnement et consommation » est une porte d'entrée prépondérante pour l'éducation relative à l'environnement. Rappelons à ce sujet, que selon les prescriptions de la réforme québécoise, toutes les situations d'apprentissage de toutes les disciplines se doivent d'être contextualisées par l'un ou l'autre des DGF.

Dans sa présentation du domaine « Environnement et consommation », le gouvernement du Québec (2003b: 25) indique que :

[...] dans le domaine de l'environnement, l'école doit amener les jeunes à appréhender les rapports de l'homme à l'univers dans une perspective de développement durable, en prenant davantage conscience de l'interdépendance des systèmes à l'échelle planétaire. Il importe qu'ils deviennent conscients de l'influence de leurs propres actions sur la préservation d'un milieu dont sont largement tributaires leurs conditions de vie et qu'ils soient sensibilisés aux effets à long terme de l'utilisation incontrôlée ou de l'exploitation abusive des ressources naturelles.

De plus, on ajoute que toutes les disciplines :

[...] apportent des éclairages complémentaires sur les dimensions sociale, politique, économique, scientifique, technologique et éthique qui marquent les rapports de l'homme à son environnement. Ils permettent aussi de nourrir la réflexion sur les multiples facteurs qui façonnent nos habitudes de vie, notamment en matière de consommation, et sur leurs conséquences à l'échelle de la planète. On aidera ainsi l'élève à mieux comprendre les conséquences de ses actes sur son milieu et à adopter un comportement responsable à l'égard de son environnement. (Gouvernement du Québec, 2003a: 26)

Introduction disciplinaire

En ce qui concerne l'intégration disciplinaire, des éléments d'éducation relative à l'environnement seront explicitement et formellement intégrés au programme « Science et technologie » par le biais de la deuxième compétence (figure 1.2). Cette compétence a trait à la mise à profit des connaissances scientifiques et technologiques.

L'une des trois composantes de cette compétence, « Dégager des retombées de la science et de la technologie », introduit une certaine réflexion relative à l'environnement. Cette façon d'aborder l'environnement se fait par une évaluation

des impacts des sciences et de la technologie qui rappelle la perspective Science-technologie-Société-Environnement présentée précédemment.

De plus, une autre composante, « Comprendre des phénomènes naturels » demande à l'élève de se poser des questions sur son environnement. Dans cette composante c'est plutôt l'aspect biophysique,¹⁹ de l'environnement qui est abordé.

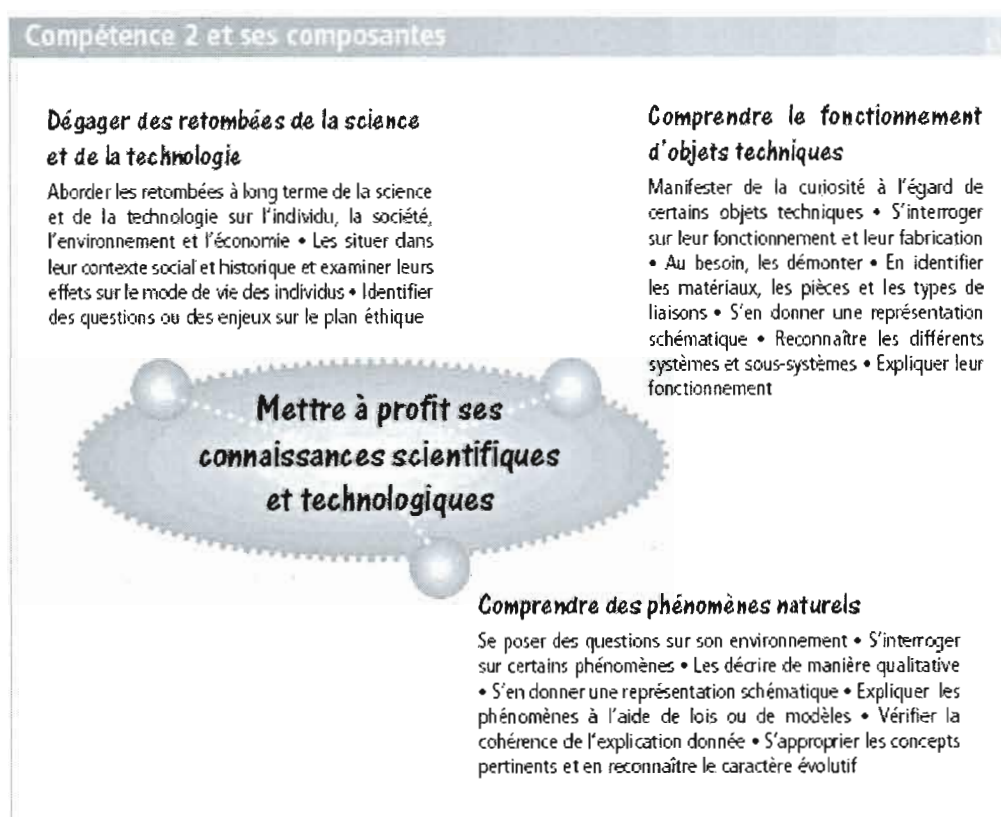


Figure 1.2
La compétence 2 du programme *Science et technologie* au Québec
 (Tiré de Gouvernement du Québec, 2003b: p.279)

¹⁹ Le chapitre 4 - *Cadre conceptuel et théorique* viendra expliciter les diverses représentations et définitions du concept d'environnement.

Introduction spécifique

Finalement, dans une perspective encore plus spécifique, le programme « Science et technologie de l'environnement » (STE) sera l'une des trois options scientifiques et technologiques qui seront offertes aux élèves désireux de poursuivre leur formation dans les programmes scientifiques ou les techniques spécialisées du collège. Ce programme STE sera offert en quatrième secondaire, parallèlement au programme régulier et son application est prévue pour septembre 2009.

Le programme « Science et technologie de l'environnement » s'inscrira dans les mêmes orientations que les autres programmes, mais avec un accent mis d'une part, sur la contextualisation environnementale des savoirs scientifiques et technologiques et d'autre part, sur le développement de savoirs, de savoir-être et de savoir-agir à l'égard des réalités environnementales.

1.5. L'intégration des préoccupations éthiques dans les curriculums

L'intégration des préoccupations environnementales à l'école est également associée à d'autres préoccupations, dont l'éthique et la discussion des valeurs dans les curriculums. Dans un rapport publié en 1990, le Conseil supérieur de l'éducation du Québec établit le portrait d'une société québécoise en mutation sociale profonde. Pour certains, ces transformations constituent des points de rupture avec le passé, alors que pour d'autres les changements constatés s'inscrivent dans l'idée d'une transition de cette société post-industrielle. Pour le Conseil (1990: 25), ces changements sociaux lancent « sous des formes relativement neuves, des défis éthiques qui concernent la société, dans son ensemble, et l'éducation, en particulier ».

Parmi ces changements sociaux, le Conseil supérieur de l'éducation (1990) souligne que la société québécoise tend à valoriser la connaissance scientifique et la maîtrise technologique. Cette valorisation décrite comme positive peut également comporter

certaines écueils. Les nouvelles tendances axées sur la connaissance systématique et la maîtrise efficace du monde ne doivent pas se faire au détriment de la santé de tous, aux dépens de la liberté des personnes, de la justice ou dans l'oubli du respect de l'environnement.

En somme, la compréhension et la transformation du monde sont les deux dimensions inséparables de la rationalité moderne. Mais cette rationalité prend parfois un caractère exclusif; elle se transforme en « foi scientifico-technique » et peut même aller jusqu'à nier la valeur de toute autre forme de regard sur l'univers ou de maîtrise du monde, ignorer les inégalités qu'elle crée entre classes sociales, voire entre pays développés et pays du tiers monde, endommager et même détruire l'environnement. (Conseil supérieur de l'éducation du Québec, 1990 : 27)

Le Conseil supérieur de l'éducation du Québec (1990: 28) ajoute que le système d'éducation est aux prises avec ces mêmes enjeux de survalorisation de la connaissance scientifique et technologique :

Il semble toutefois que le système d'éducation n'ait pas encore su trouver l'équilibre entre la nécessité de la formation scientifique et la reconnaissance des autres modes d'appréhension du réel. On assiste à une survalorisation des mathématiques et des sciences de la nature au détriment des sciences humaines, des lettres et des arts. Le système scolaire a, d'une certaine manière, consacré l'étude des mathématiques et des sciences de la nature comme voie royale de formation, par la place qu'il leur accorde dans les curriculums par leur statut de préalables à la poursuite d'études supérieures.

Par conséquent, le Conseil soutient que les visées de développement intégral de la personne et celles d'une formation fondamentale, qui incluent une compétence éthique, sont en partie, et souvent complètement, mises de côté par la survalorisation des sciences et des mathématiques. Ainsi, le système d'éducation risque donc de contribuer au maintien du déséquilibre entre les valeurs liées au progrès scientifique et celles qui sont rattachées au progrès social.

Au regard des curriculums scolaires américains, Irene de la Bretonne Hays (1997) partage ce constat québécois, associé à la dévalorisation des sciences humaines et du développement intégral de la personne incluant une compétence éthique. Cette auteure soutient également que les élèves inscrits dans programmes à saveur scientifique ne savent généralement pas quoi faire des connaissances apprises dans leurs autres cours en sciences humaines. Selon cette auteure, il importe de se questionner sur la nature et les visées de l'éducation scientifique et technologique.

Pour intégrer les préoccupations éthiques à l'école, le Conseil supérieur de l'éducation du Québec (1990) présente trois avenues. La première implique l'intégration de l'éthique dans la pratique de chaque discipline.

Il existe des questions éthiques, voire une éthique, liées à la pratique de chaque discipline. Ainsi, toutes les disciplines peuvent mettre l'accent sur le respect des faits, l'honnêteté de l'argumentation, développement de l'esprit critique. (Conseil supérieur de l'éducation, 1990: 38)

En deuxième lieu, le Conseil voit, par l'idée d'écloisonnement disciplinaire, une perspective de rapprochement des matières qui pourra s'ouvrir à une formation fondamentale impliquant divers questionnements éthiques. Finalement, le Conseil supérieur de l'éducation du Québec (1990: 39) soutient que chaque pratique disciplinaire appelle à une éthique professionnelle :

Si l'on peut penser qu'il existe une éthique professionnelle fondamentale et commune, axée sur des valeurs comme le respect de l'autonomie des personnes à qui sont offerts les services professionnels et le sens des limites ou des seuils à ne pas franchir dans l'acte professionnel, il existe aussi des déontologies spécifiques.

Cette réflexion développée en 1990 par le Conseil supérieur de l'éducation du Québec n'est pas demeurée sans suite. En effet, les nouveaux curriculums du primaire et du secondaire au Québec semblent avoir pris en compte ces recommandations. En

effet, que ce soit par la création d'un cours spécifique au secondaire sur l'éthique²⁰ ou par l'intégration de composantes éthiques dans les compétences disciplinaires de la majorité des programmes, il semble que l'intégration des préoccupations éthiques est une préoccupation émergente au Québec.

Les programmes de *Science et technologie* du premier et du deuxième cycle du secondaire n'y font pas exception (Gouvernement du Québec, 2003, 2006a, 2007). En effet, que ce soit dans l'analyse de phénomènes, de problématiques ou d'applications technologiques et scientifiques, la deuxième compétence, présentée à la section précédente, implique directement l'analyse des enjeux éthiques qui y sont liés.

D'un autre côté, certains auteurs (comme Cohen, 1995; Hays, 1997; Ashley, 2000; Andrew et Robottom, 2001) soulignent la présence de plusieurs résistances à l'intégration des préoccupations éthiques dans l'enseignement des sciences. Pour plusieurs enseignants, l'enseignement des sciences est considéré comme neutre (*value-free*) et objectif. Ceux-ci ne perçoivent pas qu'ils aient un rôle à jouer dans la formation morale de leurs élèves : ils doivent essentiellement assurer une formation à l'égard des savoirs, des habiletés et des attitudes scientifiques. Andrew et Robottom (2001) ajoutent que certains enseignants sont conscients des enjeux éthiques soulevés dans l'enseignement relatif aux sciences, mais ceux-ci se sentent démunis, puisque peu formés à traiter de situations controversées qui impliquent la discussion des valeurs ou des enjeux éthiques. Néanmoins, bien qu'ils fassent partie du contexte de cette recherche, ces aspects « problématiques » seront discutés davantage au chapitre suivant, notamment dans l'examen de l'interface ERE/ERS.

* * *

²⁰ Il s'agit du cours *Éthique et culture religieuse* qui vient s'ajouter aux cours obligatoires offerts en formation morale.

Ce premier chapitre avait pour objectif de situer le problème de recherche dans les divers contextes (internationaux, nationaux et locaux) qui ont vu émerger les principales tendances qui se dessinent en enseignement des sciences et de la technologie et en éducation relative à l'environnement. Il permet de situer dans une perspective plus large les éléments de problématique qui sont présentés au chapitre suivant.

CHAPITRE II

PROBLÉMATIQUE

Jusqu'à présent, ont été traités les éléments de contexte qui permettent de situer les éléments de problématique de cette recherche. Les changements curriculaires qui s'opèrent dans le monde pour répondre à la crise de l'enseignement des sciences et de la technologie ont été présentés. Aussi, l'exemple de la réforme scolaire du Québec a été utilisé pour montrer comment ces changements peuvent s'opérationnaliser. À travers ces changements, il a également été question de la tendance internationale concernant l'institutionnalisation de l'éducation relative à l'environnement en milieu scolaire.

Ce deuxième chapitre veut montrer que les changements proposés dans les nouveaux curriculums de sciences et de technologie comportant des éléments d'éducation relative à l'environnement ne sont pas sans poser certaines difficultés et soulever des enjeux. L'exposé de cette problématique conduira à l'identification du problème et à l'énoncé du but, de l'objectif général et des objectifs spécifiques de cette recherche.

2.1 La mise en relation des champs d'intervention de l'éducative de l'éducation relative à l'environnement (ERE), de l'éducation relative aux sciences (ERS) et de l'éducation relative à la technologie (ERT)

Tel que mentionné précédemment, les programmes de sciences et de technologie d'aujourd'hui, au Québec et ailleurs, impliquent des changements de perspectives fort importants. La contextualisation des situations d'apprentissage, l'inclusion d'une perspective environnementale, l'approche par compétence et l'intégration des matières constituent de nouveaux défis pédagogiques inhérents aux programmes scolaires des réformes en cours. Ces défis impliquent non seulement des changements

d'approche en ce qui concerne la didactique des nouveaux programmes de sciences et de technologie, mais aussi des changements de pratique pour des enseignants ayant été formés dans des contextes forts différents.

En particulier, parmi les changements proposés, la conjugaison de différents champs d'intervention éducative ayant des valeurs, des finalités, des buts et des pratiques différentes, est problématique. En effet, l'intégration de l'éducation relative à l'environnement (ERE), de l'éducation relative aux sciences (ERS)²¹ et de l'éducation relative à la technologie (ERT) pose des défis importants. Plusieurs auteurs ont évoqué ces problèmes d'arrimage, en particulier entre l'éducation relative aux sciences et l'éducation relative à la technologie, dont Blume et coll. (2001), Daugherty et Wicklein (1993), Fourez (1997), Gardner (1997), et Robottom (1983). D'autres auteurs ont évoqué des problèmes de conjugaison de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à l'environnement, dont Andrew et Robottom (2001), Ashley (2000), Gough (2002b), Lucas (1980), Maher (1986), Papadimitriou (2001) et Robottom (1983). Enfin, quelques auteurs évoquent la difficulté d'arrimage entre l'éducation relative à l'environnement et l'éducation relative à la technologie, dont Crosthwaite (2001) et Payne (2003).

Ces lieux d'interaction sont d'autant plus problématiques selon plusieurs auteurs, qu'ils sont mal connus et mal définis dans la littérature scientifique. La nature des interactions entre les trois champs d'intervention éducative, l'ERE, l'ERS et l'ERT, n'a jamais été étudiée dans sa globalité. Les auteurs mentionnés précédemment ont évoqué des lieux de convergences et de divergences entre deux de ces champs d'intervention éducative (ERS, ERT ou ERE), mais sans jamais mettre en relation leurs réflexions avec un troisième.

²¹ Nous introduisons ici les nouvelles appellations « éducation relative aux sciences » et « éducation relative à la technologie ». Une section du chapitre 5 – *Dimension théorique du modèle éducationnel* viendra montrer en quoi d'autres appellations, comme « éducation scientifique » ou « éducation technologique », ne sont pas satisfaisantes. Celles-ci seront justifiées et présentées de manière formelle.

La figure 2.1 modélise qualitativement la problématique des lieux de convergences et de divergences entre les champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. Ces champs d'intervention éducative sont représentés en trois dimensions. Les lieux de convergence sont représentés sous forme de ponts entre les différents champs, alors que les divergences sont représentées par les interstices entre les ponts.

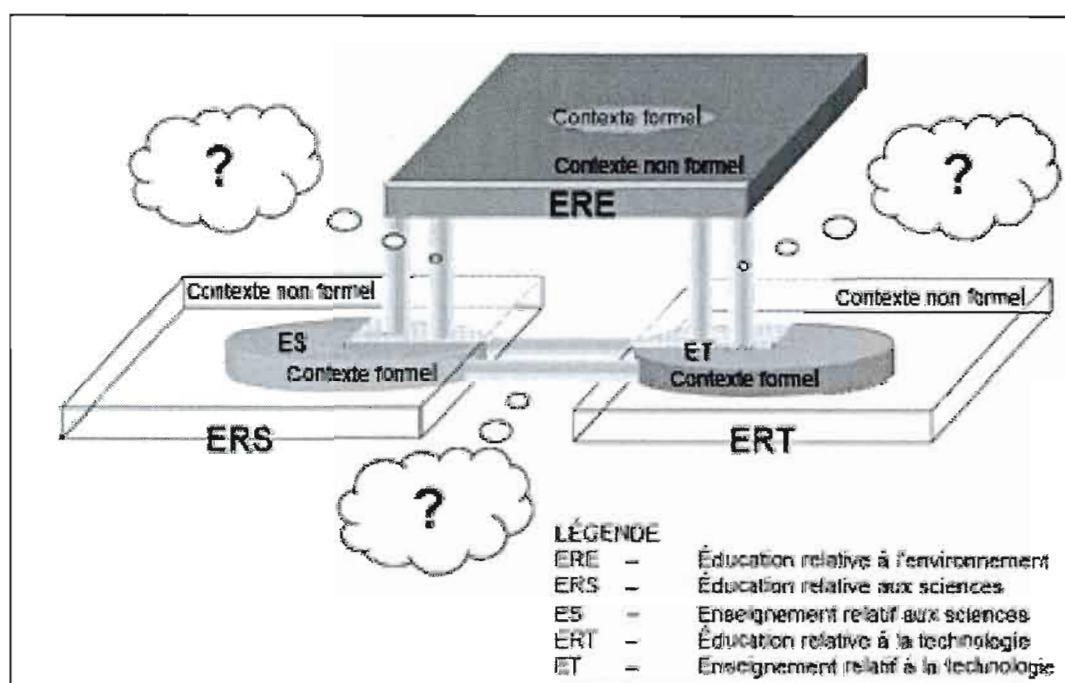


Figure 2.1
Problématique de conjugaison des champs d'intervention éducative de l'éducation relative à l'environnement (ERE), l'éducation relative aux sciences (ERS) et l'éducation relative à la technologie (ERT)

Nous avons introduit dans cette figure des dimensions supplémentaires à la représentation de chacun des trois champs d'intervention éducative. Les notions de milieu « non formel » (la société, la région, la localité, par exemple) et de milieu formel (le cadre scolaire) apportent un degré de précision pour circonscrire davantage la problématique. L'ERS et l'ERT en milieu formel font donc référence aux éléments relatifs au cadre scolaire, par exemple, l'enseignement de la science et

l'enseignement de la technologie²². Par contre, bien qu'intéressantes, les composantes d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie en milieu non formel ne seront pas à l'étude dans cette recherche. Néanmoins, comme l'ERE a été très peu implantée en milieu scolaire (formel), ses contextes formels et non formels seront tous deux considérés.

2.1.1 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERE/ERS

En introduction à un symposium du NARST²³ dédié à cette problématique, Yvonne Meichtry (2000) montre que les défis auxquels doivent faire face les éducateurs en environnement et les enseignants des sciences ont traditionnellement été de grande ampleur. Annette Gough (2002) décrit la relation entre l'ERE et l'enseignement relatif aux sciences (eRS)²⁴, en des termes biologiques, comme étant distante, compétitive, de relation prédateur/proie et de relation hôte/parasite. Elle ajoute même que le traditionnel enseignement relatif aux sciences est presque devenue une espèce en voie de disparition dans notre société moderne. C'est une problématique qui peut être examinée selon trois perspectives : épistémologique, axiologique et pratique.

Un problème d'ordre épistémologique

Même si les programmes de sciences ont été traditionnellement perçus comme étant des lieux de prédilection pour l'intégration de l'ERE, certains auteurs²⁵ avancent l'idée que l'enseignement des sciences et l'ERE sont de nature différente, qu'ils sont en quelque sorte épistémologiquement incompatibles.

²² En lien avec l'idée d'enseignement des sciences ou de la technologie, le chapitre 5 propose une nouvelle nomenclature, définissant l'*enseignement relatif aux sciences* et l'*enseignement relatif à la technologie*

²³ National Association of Research in Science and Technology

²⁴ Ce concept fait référence au concept d'enseignement des sciences. Il sera aussi introduit et présenté au chapitre 5 – *Dimension théorique du modèle éducationnel*.

²⁵ Parmi ces auteurs, ont été précédemment évoqués Littleddyke (2004), Gough (2002), Ashley (2001), Papadimitriou (2001), Andrew et Robottom (2001), Meichtry (2000), Gough (1997).

En effet, Ian Robottom (1983) argumente que l'enseignement des sciences est un véhicule limité pour l'ERE à cause de la vision très positiviste des sciences promue dans les programmes scolaires. Selon lui, les programmes scolaires d'autres matières seraient de meilleurs lieux d'intégration pour l'ERE, à cause de l'« inhospitalité » des programmes de sciences à débattre des enjeux sociaux. À ce sujet, Harding (1986) soutient que l'ERE n'est pas de même nature qu'un enseignement des sciences objectif, rationnel et en quête de vérités falsifiables. Paul Hart (2000) ajoute que l'ERE oblige la participation à des débats sociodémocratiques qui sont de nature morale, éthique, politique et en lien avec les valeurs et les attitudes des individus, alors qu'une ERS sans ces dimensions est non seulement possible, mais dominante dans la majorité des classes de sciences. Selon ce dernier auteur, la majorité des préoccupations des enseignants de sciences est encore aujourd'hui en lien avec l'observation et la quantification objective, et ce, dans un cadre de transmission de connaissances scientifiques.

Selon Andrew et Robottom (2001), tant et aussi longtemps que cette vision conventionnelle de l'éducation scientifique persistera, sa réconciliation avec l'ERE demeurera très difficile. Ces auteurs soutiennent que l'enseignement des sciences est directement influencé par la façon dont la science est perçue au sein de ses disciplines contributives. Selon eux, le rapprochement avec l'ERE ne sera possible que lorsque les idées positivistes de quête de vérités falsifiables et d'éradication des valeurs sociales au sein des recherches scientifiques ne seront plus dominantes. Par exemple, dans une situation pédagogique où l'on ferait l'étude de cas d'une situation problématique de gestion de la faune, un modèle traditionnel d'enseignement des sciences ne se préoccuperait que de ce qui est perçu comme des « faits scientifiques », des théories associées au cas, au lieu d'élargir la perspective en explorant aussi, par exemple, les valeurs et significations associées aux dimensions historiques, politiques, sociales ou culturelles du problème.

Ashley (2000) résume ce débat épistémologique en s'appuyant sur les travaux de Brickhouse et coll. (1993) qui sont d'avis que la plupart des situations d'apprentissage à « saveur environnementale » en sciences sont solidement enracinées dans des perspectives positivistes plutôt que de promouvoir le développement des compétences (critiques) des élèves. Par exemple, plusieurs enseignants se limitent à calculer le taux de production d'un fût à compost, plutôt que de se servir de cette occasion pour situer cette problématique dans un contexte plus large (social, économique, écologique, etc.).

Déjà, Lucas (1980) adoptait une position semblable en signalant que pour trop d'enseignants de sciences, leur discipline est « le » véhicule de l'ERE. Cet auteur observait un sentiment de chauvinisme chez ces enseignants, considérant leur discipline comme omnipotente. De plus, il questionnait la vision et le jugement de ces enseignants qui prétendaient être en mesure d'enseigner une science plus sociale à travers leur vision positiviste. Hall (1977) est même allé jusqu'à dire que les enseignants de science rendraient un très mauvais service à l'ERE si c'était eux qui en étaient chargés.

Finalement, d'autres auteurs (Merchant, 1992 ; Bonnett et Elliott, 1997) soutiennent que la manière agressive dont les sciences tendent à vouloir performer dans notre société moderne, que ce soit pour obtenir du financement ou pour les profits associés à certaines découvertes, contrevient aux pratiques les plus courantes de l'éducation relative à l'environnement.

Par contre, il est important de venir nuancer ici l'idée de la vision positiviste généralement répandue en enseignement des sciences. Plusieurs auteurs tentent d'ouvrir le cadre positiviste qui semble la caractériser. Certaines de ceux-ci (Latour, 1987; Fourez, 1997; Désautels, 1998; Jenkins, 1999; Roth et Lee, 2004) tentent de promouvoir un enseignement relatif aux sciences plus social autour de l'idée de la

citoyenneté responsable²⁶. Citons aussi au passage Lewis et Aikenhead (2001) ou Stanley et Brickhouse (2001) qui mettent de l'avant une vision multiculturelle de l'enseignement relatif aux sciences. Toutefois, encore aujourd'hui, la majorité des préoccupations des enseignants sont en lien avec l'observation et la quantification objective, et ce, dans un cadre de transmission de connaissances scientifiques (Hart, 2000).

Un problème d'ordre axiologique

Certains auteurs voient plusieurs incompatibilités entre les buts et les valeurs respectives des champs d'intervention éducative de l'ERE et de l'ERS. En particulier, encore imprégnée du paradigme positiviste, la science est souvent vue comme exacte et ne relevant pas du domaine subjectif. L'ERE, par sa visée d'optimalisation du rapport à l'environnement, favorise pour sa part le développement d'attitudes ou de valeurs et fait appel au changement de comportements ou de conduites à l'égard de l'environnement.

Au sujet des idées et des valeurs associées au paradigme positiviste, Barbara Bader (1998: 192) soutient que

[...] sans ce renversement épistémologique, conjuguer enseignement scientifique et technologique et ERE, comme l'annonce désormais la revue *Connexion*²⁷, dans le contexte social dominant [...], c'est prendre le risque de reconduire la croyance en des sciences au dessus de tout soupçon, c'est dériver vers un renforcement d'une manière de voir dont les ravages sont dénoncés clairement et qui ne remet pas le modèle dominant d'organisation sociale en cause.

²⁶ Les différents courants contemporains associés à l'enseignement des sciences, de la technologie et de l'éducation relative à l'environnement seront présentés dans une section du chapitre 5 – *Dimension théorique du modèle éducationnel*.

²⁷ Barbara Bader réagissait au changement d'appellation du bulletin de l'UNESCO-PNUE, *Connexion*, devenu *Bulletin international de l'Enseignement Scientifique et Technologique et de l'Éducation Environnementale* en 1997.

Le tableau 2.1 présente les différences axiologiques entre l'ERE et l'ERS, en termes de buts, de moyen et de valeurs.

Tableau 2.1
Comparaison axiologique entre l'ERE et l'ERS

	ERE (Sauvé, 1997b)	ERS (Guay, 2004)
BUT	Optimaliser le rapport à l'environnement.	Optimaliser la compréhension du monde naturel, social et humain.
MOYEN	L'intégration de savoirs, savoir-faire et savoir-être dans un savoir-agir à l'égard du réseau des relations entre les personnes, les groupes sociaux et l'environnement	Le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres à la démarche scientifique d'appréhension du monde, dont l'environnement.
VALEURS PRINCIPALES	Respect, responsabilité, engagement, solidarité, etc.	Objectivité, rationalité, rigueur, reproductibilité, etc.

On constate que les buts, les moyens d'action et les valeurs de ces deux domaines d'activités humaines sont divergents, ce qui pose problème au regard des tendances curriculaires actuelles.

Un problème d'ordre pratique

Il y a également certains enjeux liés aux aspects pratiques de cette conjugaison. Ainsi Papadimitriou (2001) rapporte que plusieurs éducateurs et didacticiens ont remis en question les disciplines scolaires, y compris les sciences, comme lieu d'intégration de l'ERE, et ce, au début même de l'institutionnalisation de l'ERE (Lucas, 1980; Robottom, 1983; Maher, 1986). Pour eux, la structure des disciplines scolaires, la rigidité des systèmes scolaires et les pratiques ancrées des enseignants peuvent être des lieux favorables à la simple intégration de concepts environnementaux, mais ils

doutent des réelles possibilités, compte tenu des difficultés attendues, d'y inclure des dimensions éducatives liées à l'environnement.

Robottom (1984) et Maher (1986) évoquaient ce problème pratique en soutenant que les relations élèves-enseignants imprégnées du paradigme de la transmission de connaissances étaient défavorables à l'ERE en classe. De plus, on constatait à l'époque (Robottom, 1984), et encore aujourd'hui (Dillon, 2000), que les enseignants évitent les situations de controverse dans leur classe.

Ensuite, certains auteurs évoquent le peu de volonté des décideurs scolaires d'implanter l'ERE à l'école. Maher (1986) prétend qu'une implantation efficace de l'ERE requiert une administration scolaire flexible et une révision de la structure des responsabilités administratives. D'autres auteurs (Stevenson, 1997; Sammel, 2000b; Chapman, Coukos et Pisapia, 2001) ont aussi évoqué un manque de support financier aux initiatives mises de l'avant, une trop grande rigidité des horaires scolaires et le manque de ressources évaluatives comme facteurs limitant l'institutionnalisation de l'ERE en milieu scolaire. Pike et Selby (1988, dans Papadimitriou, 2001) ajoutent que puisque les éléments d'ERE ne sont pas explicitement formalisés dans le curriculum, il est normal que les enseignants ne les implantent pas. Enfin, Stevenson (1997) est d'avis que, dans un contexte de transmission de contenu, le manque de temps, surtout au secondaire, est l'un des facteurs limitant l'ERE en classe.

Dans une étude réalisée avec divers acteurs en enseignement secondaire, Sauvé et coll. (1998) confirment les facteurs limitants ci-haut mentionnés et rapportent de plus que plusieurs enseignants éprouvent des malaises à apporter certaines dimensions d'ERE dans leur classe de sciences. Ceux-ci ont peur de confondre leurs élèves dans la discussion de problématiques environnementales multidimensionnelles. Ils voient l'enseignement disciplinaire comme étant bien structuré, alors que la plupart des questions environnementales apparaissent comme beaucoup trop complexes pour des

élèves du premier cycle du secondaire. Ces propos sont appuyés par Pike et Selby (1988, dans Papadimitriou, 2001) qui rapportent que certains enseignants du secondaire voient l'ERE comme inappropriée pour le niveau d'âge auquel ils enseignent.

Aussi, dans une recherche menée avec des enseignants en sciences au Royaume-Uni, Littledyke (1997) conclut que les enseignants qui ont un certain intérêt pour les questions environnementales seront les seuls à accorder une place à l'ERE dans leur enseignement. Cette situation est problématique puisque le curriculum national du Royaume-Uni exige explicitement qu'une ERE soit faite dans les cours de sciences. D'autres résultats de recherche du même auteur montrent que seulement 10 % des classes des écoles du Royaume-Uni sont exposées à une certaine éducation relative à l'environnement. Spork (1992) soutient que cette situation est probablement l'une des illustrations du fossé existant entre les prescriptions curriculaires et les pratiques enseignantes.

Enfin, Papadimitriou (2001) explique le manque d'intérêt des enseignants pour l'ERE en raison d'une culture ou d'une *alphabétisation environnementale* déficiente. Une majorité d'entre eux sont possiblement sensibilisés aux questions environnementales, mais n'ont reçu aucune formation à l'égard des savoirs, savoir-faire et savoir-être associés aux questions environnementales et encore moins à l'ERE. Selon Sammel (2000), cette situation semble mondialement généralisée, puisque peu de programmes de formation initiale ou continue en ERE sont offerts aux enseignants. Hungerford et Tomera (1985-1986) soutiennent que pour pouvoir mener des situations d'apprentissage cohérentes en ERE, ceux-ci doivent minimalement avoir un bagage de connaissances environnementales supérieur à celui de leurs élèves.

L'éducation relative à l'environnement : un thème pour l'enseignement relatif aux sciences ?

En réponse aux tendances actuelles, Sauvé (2002) soutient que l'idée d'une ERE vue comme un simple thème transversal, intégrée à un curriculum global ou à un programme de sciences et technologie, est beaucoup trop réductrice. Cette auteure considère l'éducation relative à l'environnement comme une dimension essentielle d'une éducation fondamentale (figure 2.2).

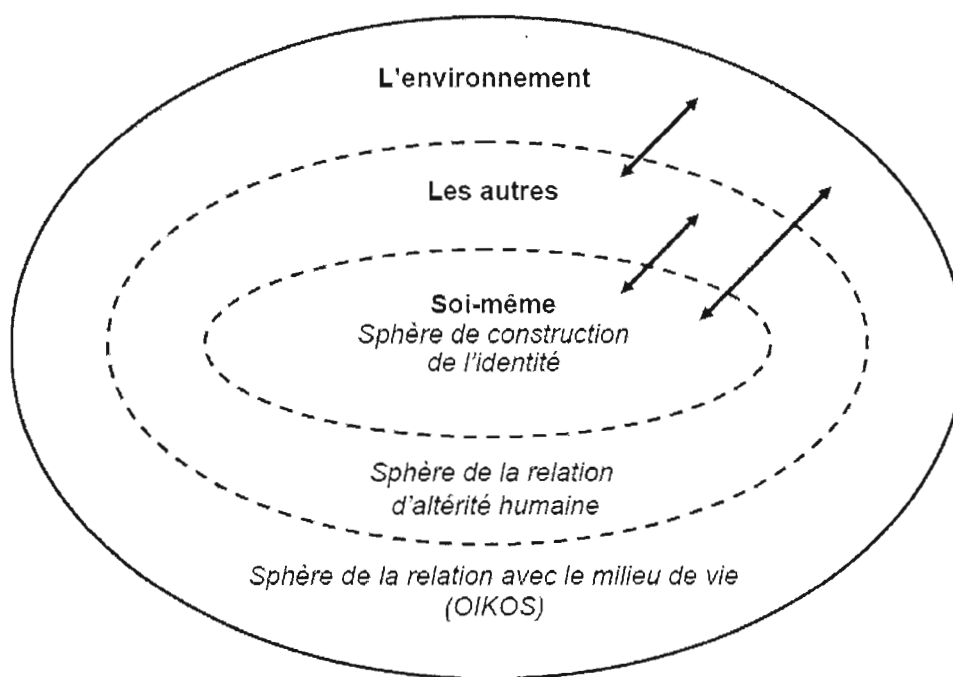


Figure 2.2
Sphères interreliées de l'éducation personnelle et sociale
 (Sauvé, 2001)

À ce sujet, Sauvé explique que « la trame de l'environnement est celle du réseau de la vie elle-même, à la jonction entre nature et culture ; l'environnement est le creuset où se forment notre identité, nos relations d'altérité, notre être-au-monde » (Sauvé, 2002: 1).

Selon cette perspective,

[...] l'éducation relative à l'environnement est une dimension essentielle de l'éducation fondamentale. Il serait réducteur de la considérer comme une éducation thématique parmi d'autres. D'abord, l'environnement n'est pas un thème, mais une réalité quotidienne et vitale. Et puis l'éducation relative à l'environnement se situe au coeur d'un projet de développement humain.

À propos de l'interface entre l'ERE et l'ERS, on peut reprendre en conclusion les propos de Gough (2002) qui soutient que cette problématique, identifiée depuis plusieurs décennies, est malheureusement encore bien actuelle :

Les arguments mis de l'avant pendant presque deux décennies au sujet du fait que l'éducation scientifique était un véhicule limité pour l'éducation relative à l'environnement tiennent encore [...]. Je regrette aujourd'hui, de plusieurs façons, que ces arguments semblent être aussi cohérents qu'ils ne l'étaient par le passé. (Traduction libre)

2.1.2 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERS/ERT

De nombreux philosophes, scientifiques technologues et didacticiens se sont penchés sur l'interface entre les concepts de science et de technologie, mais bien peu d'entre eux ont étudié l'interface entre ERS et ERT (Fourez, 1994). À cet effet, nous examinerons d'abord les concepts de « science » et de « technologie » de manière à exposer la problématique de l'arrimage entre l'ERS et l'ERT sous ses aspects épistémologique, axiologique et pratique.

L'interface entre « science » et « technologie » : un problème épistémologique

De nombreux auteurs ont souligné la complexité des liens qui unissent la science et la technologie (entre autres Beven, 2004; Borgmann, 1984; Flowers, 1998; Frey, 1991) ;

ils ont montré la grande diversité des visions²⁸ associées à ces réalités (Young, 1991; Deforge, 1993). Par ailleurs, le Conseil de la science et de la technologie du Québec (2004) rapportait que ces deux domaines étaient très souvent confondus dans la littérature, d'autant plus qu'il existe de nombreuses perceptions des interactions entre « science » et « technologie ».

Tout d'abord, Gardner (1997) évoque un long et complexe débat épistémologique au sujet de la relation entre ces deux concepts. Selon lui, la vision dominante conçoit la technologie comme étant une science appliquée. Cette vision serait basée sur l'idée que le savoir scientifique précéderait les développements technologiques.

Toutefois, comme le souligne Custer (1995) même si la technologie est souvent considérée comme une application pratique des théories scientifiques, certains exemples historiques vont à l'encontre de cette vision. Par exemple, ce dernier rappelle que le téléphone a été développé à une époque où les propriétés électriques du carbone étaient inconnues. Les lois de la thermodynamique ont d'abord été vérifiées en laboratoire avant d'être confirmées par les calculs théoriques des scientifiques. La photographie a d'ailleurs été inventée avant même que les sciences chimiques n'existent. Ainsi, cette autre vision conçoit la science et la technologie comme interdépendantes, la technologie ayant précédé la science dans plusieurs découvertes (Custer, 1995). Gardner (1997) propose une vision intermédiaire lorsqu'il entrevoit la science et la technologie comme interactive et contribuant l'une et l'autre à leur développement respectif.

Dans une thèse doctorale récente, Marie-Hélène Guay (2004) propose des fondements conceptuels au regard de la structuration des champs de connaissance de la science et de la technologie et de leurs interactions. Cette auteure s'appuie principalement sur la

²⁸ L'interface entre « science » et « technologie » a été extensivement traitée dans la littérature. Nous nous contenterons ici d'en faire un très court résumé. Une présentation exhaustive de tous ces éléments de problématique mériterait d'être le sujet d'une étude spécifique.

vision de Mitcham (1994) pour proposer sa vision des concepts de science et de technologie. « La science correspond à une activité de production de connaissances sur le monde naturel, social et humain alors que la technologie correspond à une activité de transformation du monde naturel social et humain » (Guay, 2004 : 133). Le tableau 2.2, tiré de la synthèse de Guay (2004), caractérise les concepts de science et de technologie comme forme d'activités humaines ayant certaines interdépendances.

Tableau 2.2
Caractérisation des formes d'activités humaines de la science et de la technologie
 (Tiré de Guay, 2004 :139-140)

SCIENCE	TECHNOLOGIE
<ul style="list-style-type: none"> • Est une forme d'activités de production de connaissances sur le monde naturel, social et humain ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Est une forme d'activités de transformation du monde naturel, social et humain ;
<ul style="list-style-type: none"> • Aborde, tel quel, un objet d'études ou un phénomène ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Aborde un objet d'études ou un phénomène comme élément à modifier ou à utiliser ;
<ul style="list-style-type: none"> • Est de nature méthodique ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Est de nature méthodique ;
<ul style="list-style-type: none"> • S'enracine dans des problèmes cognitifs ; 	<ul style="list-style-type: none"> • S'enracine dans des problèmes pratiques ;
<ul style="list-style-type: none"> • Implique une vérification directe ou indirecte, avec le réel, des produits qu'elle génère ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Implique une vérification directe ou indirecte, avec le réel, des produits qu'elle génère ;
<ul style="list-style-type: none"> • Est évaluée sur sa capacité à élargir et à approfondir la compréhension d'un objet ou d'un phénomène ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Est évaluée sur son efficacité et son efficience, c'est-à-dire sur son apport réel et tangible à la résolution d'un problème concret dans un contexte particulier ;
<ul style="list-style-type: none"> • Est de nature itérative ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Est de nature itérative ;
<ul style="list-style-type: none"> • Peut soulever des questions éthiques et doit, lorsque c'est le cas, être soumise à des contrôles moraux et sociaux ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Soulève très souvent des questions éthiques et doit être soumise à des contrôles moraux et sociaux ;
<ul style="list-style-type: none"> • Est soumise aux influences du contexte social, politique, économique et religieux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Est soumise aux influences du contexte social, politique, économique et religieux.

Ce tableau montre certains lieux de ressemblance et de divergence entre les domaines d'activités de la science et de la technologie. En fait, depuis les années soixante, de nombreux auteurs (Latour, 1989; Aikenhead, 2003; Roth et Désautels, 2002; Revital et coll.; 2001)²⁹ considèrent la science et la technologie comme étant deux formes d'activités humaines interdépendantes. À ce sujet, Kroes et Bakker (1992: 3) soulignent que : « *Science and technology seem to form an organic whole, from which it is impossible to carve out science and technology as separate entities without brutally mutilating both* ».

En lien avec cette vision, Latour (1989 : 422) utilise le terme *technosciences* « pour décrire tous les éléments liés aux contenus scientifiques et qui forment un réseau d'actants humains et non humains ». Selon Guay (2004 : 200), le concept de technoscience « ne distingue plus la science de la technologie puisqu'on considère que pour produire des connaissances, comme pour transformer le monde, un processus social de négociation est en oeuvre ». Cette vision sociale de la science et de la technologie fait aujourd'hui partie d'une tendance qui émerge en enseignement de la science et de la technologie.

La figure 2.3 montre différentes perspectives liées à l'interface entre les concepts de science et de technologie. Ces différentes perspectives sont aujourd'hui présentes dans les milieux scientifiques et technologiques. Elles sont aussi présentes dans les milieux d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie. Par exemple, certains enseignants ne considèrent pas vraiment les liens entre science et technologie (perspective 1) alors que pour beaucoup d'autres, la technologie est perçue comme un lieu d'application des connaissances scientifiques (perspective 2) (Young, 1991).

²⁹ Guay rapporte aussi Daumas, 1965 dans Goffi, 1988; Bunge, 1967 dans Mitcham et Mackay, 1983; Simon, 1969; Kasprzyk, 1973; Layton, 1974; Constant, 1980; Vidal, 1980; Laudan, 1984; Staudenmaier, 1985; Ferré, 1988; Vincenti, 1990, 1992; Kroes et Baker, 1992; Seni, 1993; St-Amant et Seni, 1997; Pitt, 2000; Pop, 2002.

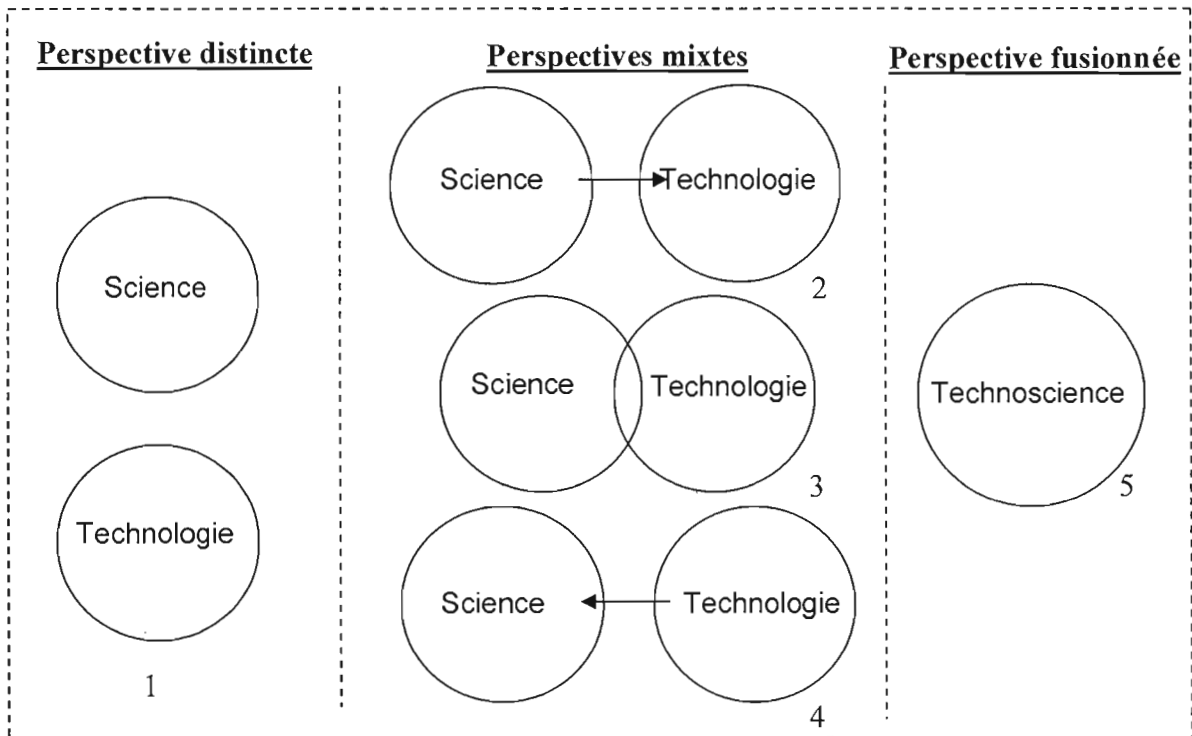


Figure 2.3
Diverses perspectives de l'interface entre la science et la technologie
 (Inspiré de Guay, 2004)

Un problème d'ordre axiologique entre « science » et « technologie »

Encore ici, de nombreux auteurs évoquent les multiples, complexes et divergentes définitions des buts de la science au regard de ceux de la technologie. Frey (1991: 4) mentionne le peu de consensus au sujet du but de la science : « *There is not a clear consensus about the ultimate aim or purpose of natural science. The situation becomes muddled when the notion of motivation of the scientist gets mixed in with aims and purposes of science as an activity.* »

Le même auteur évoque également les multiples et conflictuelles conceptions du but de la technologie :

Technology serves a practical end which the common bromide describes as “meeting human need.” But the picture is not that clear, nor the conception that simple. Indeed, there appears in the literature numerous, often conflicting, accounts of the aim of technology. (Frey, 1991: 6).

Mais généralement, une vision plus contemporaine de la science est en lien avec les idées de lois, de théories, d'explications et de compréhension. Par exemple, Feibleman (1972) décrit « la science pure comme ayant pour but la compréhension de la nature : elle veut des explications » (Traduction libre, p.33). Cette vision est dite explicative. Dans une autre perspective, dite instrumentale, on met de l'avant une science qui tend à produire des théories ayant la capacité de prédire certains résultats (Casti, 1989). Enfin, dans une perspective plus positiviste, la science est considérée comme un corps de connaissance systématique et organisé ; le but de la science serait de trouver la vérité, puisqu'on y présume que le savoir au sujet du monde décrit une réalité présumée véridique et qu'on peut aborder objectivement. Selon cette vision, la vérité scientifique est objective, cumulative et intemporelle (Warfosky, 1968).

En 1970, Thomas Kuhn apporte une perspective qui vient contraster les visions précédemment décrites. Il différencie la science « normale » de la science « révolutionnaire ». Selon lui, la science normale est celle qui occupe les préoccupations journalières des scientifiques. Dans cette perspective, le but de la science est de résoudre les problèmes liés à des phénomènes connus. Dans la perspective « révolutionnaire », les scientifiques doivent sortir de leurs conceptions préalables pour tenter de trouver des réponses à des phénomènes jusqu'alors inexpliqués ou inconnus. Kuhn (1970) apporte aussi l'idée que le savoir scientifique est discontinu et sujet à interprétation de la part des communautés scientifiques.

Au regard du but de la technologie, on retrouve plusieurs perspectives. Frey (1991: 44) les regroupe en deux catégories :

- La technologie matérielle et concrète des objets est la plus répandue, puisque plus près du sens commun. Par exemple, Rapp (1981: 44, dans Frey, 1991) perçoit la technologie « comme voulant réaliser des objets matériels concrets » ;
- dans une perspective plus large que la première, on évoque la technologie de l'action efficiente. Cette vision est plus abstraite et beaucoup moins répandue dans la littérature. Dans une perspective de production, elle est en lien avec l'efficacité des processus de conceptions, de réalisations et de production.

Mais dans une perspective plus sociale, Bunge (1979: 187) voit le but de la technologie comme une tentative de contrôle et de transformation de la nature ou des réalités sociales. Ainsi, il définit quatre types de technologies :

- La technologie matérielle qui est en lien avec la physique, la chimie et la biologie ;
- la technologie sociale qui est en lien avec la psychologie, la sociologie, l'économie, etc. ;
- la technologie conceptuelle qui est en lien avec l'informatique ;
- la technologie générale qui réfère aux théories d'automatisation, aux théories de l'information et aux théories d'optimisation.

Cette vision est certes très globale, mais elle contribue à affaiblir davantage la compréhension d'une interface claire entre la science et la technologie. Mentionnons que ces quelques perspectives présentées jusqu'ici ne l'ont pas été avec une prétention de complétude, mais bien pour évoquer leur grande diversité. Or, selon Young (2001), c'est de cette diversité de vision entre science et technologie que naît la confusion entre ERS et ERT.

De « science » et « technologie » vers les champs d'intervention éducative de l'ERS et de l'ERT

Avant même de réfléchir à l'interface entre ERS et ERT, il convient de signaler que plusieurs auteurs soulignent la confusion régnant à l'intérieur même du champ d'intervention éducative de l'ERT (Herschbach, 1992a; Lewis, 1999, 2004). Pannabecker (1995, 2004) soutient que malgré l'historique très ancien de la technologie, l'éducation technologique est en plein débat sur sa structuration à titre de discipline. D'autres auteurs (Foster, 1994; Petrina et Volk, 1995; Sanders, 2001) considèrent même l'ERT que fait appel à un nouveau paradigme.

Devore (1998) évoque le fait que tout comme les technologies qui sont en croissance fulgurante, l'éducation relative à la technologie s'est implantée à toute vitesse dans les milieux scolaires. Selon lui, pour un domaine qui est très jeune, il est normal que la structuration de son champ de recherche soit plus lente. Selon, Jenkins (1997), le courant de l'« alphabétisation technologique » est maintenant un slogan galvaudé et utilisé dans les intérêts de différents groupes (gouvernements, groupes de professionnels, organisation de promotion, etc.). Les multiples et confuses définitions de la technologie ou de l'ERT sont relatives aux intérêts multiples des différents groupes concernés.

Sield (1998) et Lewis (2004) rapportent également que la confusion qui règne dans le champ d'intervention éducative de l'ERT est directement en lien avec le fait que ce champ a été en constante justification de sa place au sein des curriculums. Il est alors difficile de structurer un champ d'intervention en même temps qu'on le justifie. Devore (1998: 4) rapporte qu'il y a aussi de nombreuses confusions dans les écrits scientifiques entre le concept de technologie de l'information, de technologie éducationnelle et d'éducation à la technologie :

Beaucoup d'éducateurs sont les mêmes personnes qui épellent la technologie O-R-D-I-N-A-T-E-U-R [...]. Ils sont aussi les mêmes individus qui croient que s'il y a ordinateur en classe, l'alphabétisation technologique des étudiants sera complétée. (Traduction libre)

Cela amène à considérer l'interface axiologique de l'ERS et de l'ERT. Une comparaison axiologique des deux champs permet d'observer des divergences évidentes. En effet, le tableau 2.3 présente les valeurs, les buts et les moyens d'action de l'ERS et de l'ERT. La mise en relation de ces deux champs d'intervention éducative est donc potentiellement problématique dans certains contextes éducatifs.

Tableau 2.3
Comparaison axiologique entre l'ERS et l'ERT

	ERS (Guay, 2004)	ERT (Guay, 2004)
BUT	Optimaliser la compréhension du monde naturel, social et humain;	Optimaliser l'action sur le monde naturel, social et humain;
MOYEN	Le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres aux démarches scientifiques d'appréhension du monde ;	Le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres aux démarches technologiques ;
VALEURS PRINCIPALES	Objectivité, rationalité, rigueur, reproductibilité, etc.	Efficacité, efficience, utilité, pertinence, etc.

L'analyse de ce tableau nous amène à soulever certaines questions. Quels sont les lieux d'interface entre une éducation axée sur la compréhension du monde et une éducation visant à optimiser l'action sur le monde ? Comment conjuguer les démarches scientifiques et technologiques ? Comment un enseignant peut-il conjuguer dans sa pratique les valeurs associées à chacun de ces champs d'intervention éducative ?

L'ERS et l'ERT : problème d'ordre curriculaire

Tel que déjà signalé, le problème relatif à l'interface entre l'ERS et l'ERT concerne, entre autres, la confusion au regard de la nature des savoirs technologiques dans les curriculums d'ERT (McCormick, 2004; Norman, 1998; Petrina, 1992). En effet, la conception la plus répandue chez les scientifiques (DeVries, 1996; Fourez, 1994) et les enseignants (Layton, 1991; NRC, 1996) est celle d'un savoir technologique tributaire du savoir scientifique. Dans cette vision des choses, la technologie constitue essentiellement une application des savoirs scientifiques. La pratique de l'ERS en lien avec l'ERT est donc fortement influencée par cette vision unidirectionnelle.

Toutefois, une telle conception est de plus en plus rejetée. Selon Layton (1991), la technologie est un champ d'interventions organisées autour de savoirs, de méthodes, de démarches, de processus et de systèmes qui lui sont propres. Ces différents savoirs, savoir-être, savoir-faire et savoir-agir sont aussi partagés au sein d'une communauté de praticiens et s'inscrivent dans certaines traditions de pratiques (Constant, 1984).

Mais encore aujourd'hui, dans les nouvelles perspectives curriculaires d'intégration de l'enseignement des sciences, plusieurs auteurs (DeVries, 1994; Jenkins, 1997; Layton, 1993; Lewis, 2004; Wicklein, 1997) évoquent les besoins multiples et pressants d'un cadre théorique relatif à l'ERT qui permettrait de mieux orienter les curriculums. En effet, l'interface de l'ERS et de l'ERT est loin d'être claire et bien documentée. Une recherche de clarification théorique est nécessaire et cela est d'autant plus vrai que le même constat peut être fait en ce qui concerne l'interface entre l'ERE et de l'ERT.

2.1.3 Des problèmes d'ancrage théorique, axiologique et pratique : Interface ERE/ERT

Il y a une dizaine d'années, en 1997, l'UNESCO a mis un certain accent sur le lien entre l'éducation relative à l'environnement et l'éducation relative à la science et à la technologie en changeant le sous-titre de sa publication *Connexion* désormais identifié comme le *Bulletin international de l'Enseignement Scientifique et Technologique et de l'Éducation Environnementale*.

D'entrée de jeu, mentionnons que la littérature scientifique en éducation (que ce soit en éducation relative à l'environnement, en didactique des sciences ou en didactique de la technologie) traite très peu de l'interface entre l'ERE et l'ERT. On discute certes de l'impact des développements technologiques sur l'environnement (par exemple Deforge, 1996; Carter, 1998; Devore, 1998), mais très rarement de l'interaction entre ces deux champs d'intervention éducative.

Should the faculty and students in the School of Technology be willing to accept the challenge of contributing to designing this foundation, their contribution to society can be immense [...]. Their goal will be to design systems that are compatible with nature, rather than exploitative and destructive of nature and human life. (Devore, 1998: 7)

De plus, quand cette problématique est évoquée, plusieurs auteurs (comme Aikenhead, 1984; Zoller, 1987; comme Latour, 1989; Larochelle, Desautels et Ruel, 1992; Désautels, 1998) s'inscrivent dans des courants qui n'établissent pas de distinction claire entre l'ERS et l'ERT. Parmi ces courants, on pense au courant technoscientifique, au courant Science-Technologie-Société (STS) ou au courant Science-Technologie-Environnement-Société (STES)³⁰. Comme chez plusieurs auteurs (Dillon, 1993; Foster, 1994; Guay, 2004; ITEA, 2005; Petrina et Volk, 1995; Pop, 2002; Sanders, 2001), l'ERT sera considérée ici comme un champ spécifique.

³⁰ Les différents courants majeurs de l'ERS, ERT et de l'ERE seront décrits dans une section du chapitre 5 - *Cadre théorique*.

Jan Crosthwaite (2001) et Margarita Pavlova (2002a, 2002b, 2004) se sont penchés sur l'interface entre l'ERE et l'ERT. Leur questionnement est basé sur les questions éthiques qu'il importe d'intégrer à l'enseignement de la technologie. Toutefois, Crosthwaite (2001: 100) a constaté qu'il était difficile d'aborder les questions morales et éthiques avec les enseignants de technologie :

Many are uncertain about the appropriateness of any attempt to teach morals, in the sense of instruction as to how to behave morally. What should be taught? Who decides this and how? Should one teach the dominant ethical values of a community? What are these? What if they are unacceptable? (Some communities endorse oppression and exploitation of other people.) Should one teach one's own values? What does one teach in an ethically pluralist society? There is a great risk of "indoctrination" in teaching which aims to inculcate morality, and some approaches to teaching morality, and some moral positions may be incompatible with other aims of teaching about ethical issues. (Crosthwaite, 2001: 100)

Bien que ces questions ne soient pas spécifiques à l'enseignement de la technologie, le questionnement de Crosthwaite fait référence aux réticences exprimées par Robottom (1983) et Maher (1986), repris par Gough (2002), relativement à l'idée d'une éducation pour l'environnement en contexte d'ERS. En effet, ces auteurs remettaient en question l'ERE en contexte d'enseignement des sciences en raison du fait que les enseignants craignent d'aborder des conflits moraux et éthiques dans leur classe. Dans la même perspective, le contexte d'enseignement de la technologie n'accordera sans doute pas davantage d'espace aux discussions morales et éthiques qui sont souvent associées à l'ERE.

Néanmoins, Dillon (1993) soutient qu'il est pertinent d'intégrer certaines préoccupations environnementales à l'ERT. Il soulève certaines questions sur la nature d'un curriculum qui mettrait de l'avant une telle perspective :

- *Quels sont les concepts économiques essentiels à la compréhension de la relation technologie/environnement ?*

- *Quels sont les concepts scientifiques essentiels à la compréhension de la relation technologie/environnement ?*
- *Quel type de cadre théorique curriculaire est nécessaire pour une intégration entre elles des perspectives technologiques et des préoccupations environnementales ?*
- *Comment la nature morale de certaines questions technologiques et environnementales pourrait être explorée dans un curriculum intégrateur ?* (Traduction libre; Dillon, 1993: 582).

Ces questions sont encore sans réponse et directement liées à la problématique concernant les liens entre l'ERE et l'ERT.

Pour terminer, mettons en relation les valeurs, les buts et les moyens d'action associés à l'ERE et à l'ERT (tableau 2.4).

Tableau 2.4
Comparaison axiologique entre l'ERE et l'ERT

	ERE (Sauvé, 1997)	ERT (Guay, 2004)
BUT	Optimaliser le rapport à l'environnement.	Optimaliser l'action sur le monde.
MOYEN	Intégration savoirs, savoir-faire et savoir-être dans un savoir-agir à l'égard du réseau des relations entre les personnes, les groupes sociaux et l'environnement	Le développement de savoirs, savoir-faire, savoir-être et savoir-agir propre aux démarches technologiques.
VALEURS PRINCIPALES	Respect, responsabilité, engagement, solidarité, etc.	Efficacité, efficience, utilité, pertinence, etc.

Encore une fois, on peut voir l'arrimage entre les buts, les moyens d'action et les valeurs de ces deux champs d'intervention éducative peuvent poser problème. Cela ajoute à la problématique relative à la mise en œuvre des nouvelles prescriptions curriculaires.

2.2 Problème de recherche

Dans la première partie de ce chapitre, il a été montré que les interfaces ERE/ERS, ERS/ERT et ERE/ERT font problème. Différents auteurs ont identifié des problèmes de ruptures épistémologiques, axiologiques et pratiques entre chacune des interfaces. De plus, après une recension des écrits spécialisés, il a été constaté que les fondements théoriques et curriculaires liés à la mise en relation des champs d'intervention éducative de l'ERE, l'ERS et l'ERT sont encore peu développés, voire inexistants.

À la lumière des éléments de problématique présentés jusqu'ici, il apparaît pertinent que soit entreprise une recherche approfondie au sujet des interfaces entre ces trois champs d'intervention éducative.

Au terme de l'analyse des écrits relatifs aux liens entre l'éducation relative à l'environnement, l'éducation relative aux sciences et l'éducation relative à la technologie, on peut aisément constater, à l'instar de plusieurs auteurs, qu'il y a un flou et beaucoup de confusion quant aux lieux de divergence et de convergence entre ces champs d'intervention éducative.

Cela est particulièrement le cas pour l'enseignement³¹ des sciences et l'enseignement de la technologie, qui sont des dimensions spécifiques des champs plus vastes de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. Les supports théoriques ou fondements actuels relatifs aux nouvelles tendances curriculaires, tant mondiales que nationales, sont insatisfaisants. Une recherche de clarification épistémologique, axiologique et praxéologique s'impose donc.

³¹ Mentionnons ici qu'une section du chapitre 4 - *Cadre conceptuel et théorique* viendra définir et caractériser les concepts d'éducation, de science, de technologie, d'environnement, de curriculum et de fondements curriculaires, alors que le chapitre 5 - *Volet théorique du modèle éducationnel* viendra définir les concepts d'éducation relative aux sciences (ERS), d'éducation relative à la technologie (ERT) et d'éducation relative à l'environnement (ERE).

2.3 But et objectifs de la recherche

La recherche dont témoigne cette thèse est donc de type théorique spéculative (voir section méthodologique). Elle a pour but de contribuer au développement de fondements curriculaires³² pour l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

L'objectif général est de combler un certain vide théorique en proposant un modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une dimension d'éducation relative à l'environnement.

Pour élaborer ce modèle, cette recherche vise plus particulièrement à proposer :

1. des éléments formels (concepts et autres éléments théoriques);
2. des éléments axiologiques (visées et valeurs);
3. des balises praxéologiques (approches et stratégies).

2.4 Pertinence et retombées attendues

En raison de la nature et de l'envergure des changements proposés, les diverses réformes éducatives actuelles sont de nature à soulever des résistances importantes au sein des milieux enseignants. Les résultats de cette recherche pourraient servir de pistes de solution concrètes aux difficultés attendues. En particulier, il est primordial de former les enseignants à la théorie et à la pratique de l'interdisciplinarité curriculaire, didactique et pédagogique, en sciences, en technologie, mais aussi en éducation relative à l'environnement. Dans cette perspective, les résultats de cette recherche pourront être utiles pour enrichir les programmes de formation initiale et continue des enseignants.

³² La notion de fondements curriculaire sera plus amplement explicitée au chapitre 4 – *Cadre conceptuel et théorique*.

CHAPITRE III

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Tel que mentionné au chapitre précédent, la recherche envisagée consiste à développer un modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Ce chapitre précise tout d'abord le type de recherche envisagé et le paradigme épistémologique dans lequel elle se situe. On y présente ensuite le cadre méthodologique qui précise les choix méthodologiques qui ont présidé au déroulement de cette recherche. La démarche générale de l'anasynthèse y est décrite et de même que la stratégie de l'analyse de contenu.

3.1 Type de recherche

Selon la typologie de la recherche en éducation de Renald Legendre (2005: 1081), cette recherche est de type **fondamental**, c'est-à-dire qu'elle « vise prioritairement le développement de nouvelles connaissances, de théories, de principes généraux » (p.1081).

Il s'agit plus spécifiquement d'une recherche théorique. Selon Sprenger-Charolles *et coll.* (1987), un tel type de recherche peut donner lieu à quatre types de démarche d'investigation : 1. le développement d'un modèle (construit) théorique ; 2. la théorisation de l'action ; 3. l'analyse critique de modèles (de concept, de construit, de programme, etc.) ; 4. l'étude des relations entre données théoriques (des disciplines contributives à l'enseignement) et l'enseignement.

La recherche proposée rejoint le premier type puisqu'elle vise à développer un modèle éducationnel comme proposition de balises théoriques et praxéologiques pour l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. Cette proposition théorique sera constituée sur la base de l'analyse et de la synthèse d'une pluralité de propositions conceptuelles et de modèles théoriques existants.

Selon la typologie des orientations méthodologiques de Jean-Marie Van Der Maren (1990), la recherche proposée est également de nature **spéculative**. Cet auteur définit la recherche spéculative comme « un exercice de l'esprit [...] produisant des énoncés théoriques à partir de propos d'autres énoncés théoriques » (Van Der Maren, 1990: 53).

Il importe de souligner ici que cette recherche n'est pas de type hypothético-déductive. Elle n'a pas pour but de vérifier une hypothèse, mais plutôt de générer la proposition d'une théorie concernant l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

L'éducation est toutefois un champ d'activité dans lequel les chercheurs hésitent à accorder légitimité et crédibilité à des constructions purement théoriques. À ce jour, peu de démarches méthodologiques associées à la recherche théorique en éducation ont été développées (Gagné, Lazure, Sprenger-Charolles et Ropé, 2000; Martineau, Simard et Gauthier, 2001; Legendre, 2005).

En examinant les publications associées à ce type de recherche, on peut constater quelques divergences de conceptions quant à la genèse de la proposition théorique (Sauvé, 1992; Rocque, 1994; Van Der Maren, 1996; Gohier, 1998; Gagné, Lazure, Sprenger-Charolles et Ropé, 2000; Reeves, 2000; Martineau, Simard et Gauthier, 2001; Legendre, 2005). Guay (2004: 18) résume bien ces différentes visions :

Pour certains, la genèse d'un modèle théorique en éducation est le fruit d'un processus spéculatif qui attribue une large place aux intuitions du chercheur. À partir d'axiomes de départ, celui-ci déduit sa proposition. Pour d'autres, le modèle théorique origine de l'investigation approfondie d'un ensemble de points de vue sur l'objet d'études. C'est à partir de telles données externes que le chercheur structure sa proposition.

Le modèle éducationnel proposé dans cette recherche est issu de la confluence de ces deux démarches. D'une part, il sera élaboré à partir de divers points de vue existants. Comme le soulignent Reeves (2000) et Guay (2004), la recherche théorique doit s'appuyer sur des données, des principes et des théories issus d'autres recherches, de manière à construire un modèle particulier qui en émergera. D'autre part, le modèle éducationnel proposé sera également issu d'un processus spéculatif. En effet, la construction inédite du modèle éducationnel constitue un travail de reconstruction créative et spéculative qui est basé sur l'ensemble des points associés à l'ERE, l'ERS et l'ERT.

Compte tenu de la complexité des objets qui ont été analysés et compte tenu de l'obligation d'effectuer une étude globale pour bien comprendre les dynamiques d'interaction entre les éléments, l'approche utilisée est globale, c'est-à-dire qu'elle se penche sur les éléments constitutifs de la réalité à reconstruire dans la perspective de les insérer dans un tout cohérent. À ce sujet, Legendre (1983: 199) rappelle que « l'analyse des systèmes permet de rendre compte tant de l'individualité des éléments, et de celle de l'objet lui-même, des relations à l'intérieur de l'objet, des relations entre l'objet et son environnement, que de la configuration d'ensemble. ».

3.2 Paradigme épistémologique de la recherche

On définit plus spécifiquement la notion de paradigme comme étant un « cadre de référence fondamental sur lequel s'appuient les chercheurs d'un courant disciplinaire donné (école de pensée) pour structurer et orienter leurs recherches. Le paradigme interroge un phénomène en fonction d'un tel cadre. » (Lefrançois, 1991: 129). Pour

Fourez, Englebert-Lecompte et Mathy (1997: 75), c'est une « grille de lecture à travers laquelle une discipline étudie le monde ». Les paradigmes, avec leur vision du monde particulière et leur modèle souhaitable, guident les pensées et les actions (Jonnaert, 2002).

Le concept de paradigme a été mis en évidence par Thomas Kuhn en 1962 dans l'ouvrage *The Structure of Scientific Revolutions*. Dans la première édition de son livre, celui-ci donnait de nombreuses significations au terme paradigme. En 1970, Masterman (dans Bertrand et Valois, 1999: 58) tente de clarifier ces nombreuses visions en les regroupant sous trois sens qu'elle considère essentiels :

- *Le paradigme métaphysique ou métaparadigmatique qui fait référence à l'ensemble de croyances et mythes ;*
- *Le paradigme artificiel ou instrumental qui fait référence quant à lui à une oeuvre ou un travail classique qui sert d'exemple ;*
- *Le paradigme sociologique qui fait référence au résultat scientifique reconnu universellement.*

Cette recherche se situe plutôt dans le cadre d'une compréhension sociologique du terme paradigme : elle s'intéresse aux idées, valeurs, croyances reconnues ou aux techniques qui sont communes aux membres d'un groupe donné. Dans ce cas-ci, le groupe fait références aux auteurs des textes ayant été sélectionnés dans le corpus d'écrits. Cette compréhension sociologique s'inscrit dans l'objectif de comprendre un phénomène dynamique, celui de l'intégration des préoccupations environnementales en enseignement des sciences et de la technologie.

3.2.1 Les paradigmes de la recherche en éducation

En recherche en éducation, on reconnaît généralement trois paradigmes fondamentaux : le positivisme-empirisme (nommé aussi paradigme hypothéticodéductif), l'interprétatif et le critique (Robottom et Hart, 1993; Karsenti et Savoie-Zajc, 2000).

Dans le tableau 3.1, Chavez (2005) propose une synthèse des paradigmes dominants; ce tableau est inspiré de Savoie-Zajc et Karsenti (2004), de Habermas (1975) et de Robottom et Hart (1993). Il décrit divers aspects de la recherche en éducation (l'ontologie, l'épistémologie, la fonction de la recherche, la place du chercheur, l'éthique de la recherche et diverses tendances les choix méthodologiques) et ce, en fonction de la posture paradigmatique adoptée.

Cette recherche se situe principalement dans le paradigme interprétatif de la recherche en éducation. Nous considérons que la réalité est construite par les acteurs d'une situation; il ne s'agit pas d'une entité ayant une existence indépendante du chercheur et pouvant être réduite à des variables expérimentales (comme c'est le cas dans le paradigme positiviste). Nous considérons que le savoir est le résultat d'une construction interprétative des personnes et acteurs liés à un phénomène ou une situation.

En ce qui a trait à la fonction de la recherche, nous sommes loin de nous situer dans la perspective de produire des généralisations issues de vérités à découvrir. Nous voulons essentiellement comprendre et construire de nouveaux savoirs relatifs à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. Nous visons à produire une proposition qui restera à discuter, à valider, à parfaire, dans une perspective d'utilité pour éclairer les choix didactiques.

Signalons aussi que cette proposition de modèle s'inspire de la vision de différents auteurs. Elle est également ancrée dans la propre culture et expérience du chercheur. Elle sera ultérieurement validée par discussion (interaction sociale) et expérimentations (en contextes). Cette validation constitue néanmoins une phase ne se situant pas à l'intérieur de cette thèse.

Tableau 3.1
Caractéristiques des paradigmes épistémologiques les plus importants de la
recherche en éducation
 (Chavez, 2005: 35)

Aspects	Paradigmes en éducation
L'ontologie de la recherche (vision de la réalité)	Positiviste-empiriste : La réalité existe indépendamment du chercheur; elle peut être réduite à des variables expérimentales. Interprétatif : La réalité est construite par les acteurs d'une situation. Critique : La réalité est un construit humain qui reflète les modes de relations au sein de la société. Cette réalité est en devenir et nous devons participer à son changement à partir de notre attitude critique et de notre engagement.
L'épistémologie de la recherche (nature du savoir)	Positiviste-empiriste : Le savoir se développe fondamentalement à partir de l'expérience externe. Interprétatif : Le savoir est le résultat d'une construction interprétative des personnes. Critique : La dynamique établie à partir de l'action critique et de la participation permet d'actualiser et de construire des savoirs personnels et collectifs qui visent l'émancipation et le changement.
La fonction de la recherche (finalité du savoir)	Positiviste-empiriste : Produire des généralisations, prédire, étudier les causes et les effets et établir des lois. Interprétatif : Comprendre et construire de nouveaux savoirs relatifs à des contextes spécifiques. Dégager les sens et la signification des réalités. Critique : Favoriser la dynamique de changement de la société par la production de savoirs spécifiques à un contexte social.
La place du chercheur dans la recherche	Positiviste-empiriste : Chercheur objectif et neutre. Interprétatif : Chercheur subjectif qui doit clarifier sa position comme partie prenante de la démarche de recherche. Critique : Chercheur engagé qui vise la transformation.
L'éthique de la recherche	Positiviste-empiriste : L'objectivité et la neutralité du chercheur sont exigées. Interprétatif : Acceptation, et même valorisation, de la subjectivité comme éléments constituant la recherche. Critique : Réflexion sur les rapports de pouvoir. Prise de position. Engagement. Émancipation. La recherche doit être un processus engagé.
Certaines tendances dans les choix méthodologiques	Positiviste-empiriste : Démarche hypothético-déductive, quantitative, isolement des variables, stratégies statistiques. Interprétatif : Démarche descriptive, qualitative, émergence de significations, stratégies herméneutiques. Critique : Démarches holistiques dans lesquelles il y a une dimension critique de la problématique en question et une dimension créative qui propose des solutions possibles. La recherche-action est un type de recherche très important selon ce paradigme.

Concernant la place du chercheur, la perspective positiviste n'est pas jugée pertinente non plus puisque le chercheur ne se considère pas être totalement objectif et neutre à travers tout le processus de l'anasynthèse. Cette recherche se situe donc dans la

perspective interprétative où le chercheur vise à objectiver ses données en étant conscient et explicite à l'égard de ses biais possibles.

Cette recherche se situe finalement dans une certaine perspective critique. En effet, son point de départ est né d'une prise de position critique par rapport à la façon dont se déroule actuellement l'enseignement des sciences et de la technologie dans les classes du secondaire au Québec. Elle vise ultimement le changement et l'enrichissement de ces pratiques enseignantes.

3.3 Cadre méthodologique

Le modèle éducationnel développé dans cette recherche a été construit à l'aide du processus global d'anasynthèse proposé par Silvern (1972), tel qu'adapté par Legendre (2005). Ce processus a été utilisé à plusieurs reprises dans d'autres recherches fondamentales théoriques spéculatives, notamment celles de Lucie Sauvé (1992), Sylvie Rocque (1994), Micheline-Johanne Durand (1996), Christiane Benoît (2000) et Marie-Hélène Guay (2004).

L'anasynthèse (voir figure 3.1) est un « processus global qui implique une démarche systémique formelle et rigoureuse permettant une meilleure compréhension des dynamiques entre les objets étudiés. » (Legendre, 2005: 75).

Le terme anasynthèse est un néologisme formé des mots « analyse » et « synthèse » ; il s'agit d'un processus [...] itératif impliquant l'analyse d'un ensemble ou situation de départ, l'analyse, la synthèse des résultats de l'analyse, l'élaboration d'un modèle (prémodèle ou prototype), la validation (simulation) du modèle pour en arriver à la proposition d'un modèle optimal validé. La part itérative de ce processus implique aussi différentes rétroactions entre toutes ces opérations. (*Ibid.*)

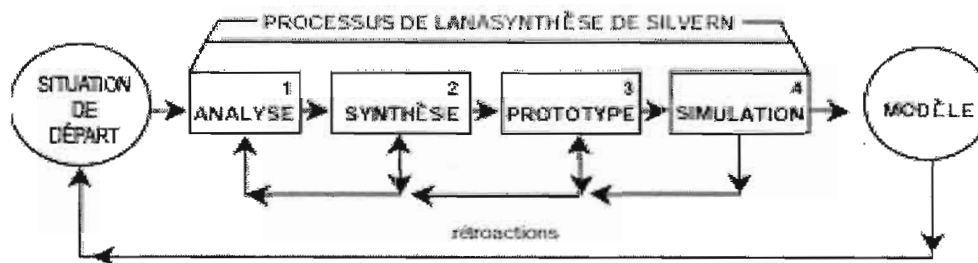


Figure 3.1
Processus d'anasynthèse de Silvern (1972)
 (Adapté par Legendre, 2005)

Tel que mentionné par Sauvé (1992: 24) l'anasynthèse est une application particulière de certains aspects de la méthode scientifique :

Toute démarche scientifique a pour origine une situation de départ (appelée problème) qui provoque un questionnement. L'étape initiale de cette recherche de solution est celle de l'élaboration d'un prototype (une première représentation de la réponse ou de certains éléments de réponse), qui permet d'énoncer des hypothèses plausibles et de concevoir un design méthodologique visant à résoudre le problème. [...] Ce qui distingue l'anasynthèse des autres applications de la démarche scientifique, c'est le mode d'élaboration du prototype : ce dernier n'est pas posé a priori, mais au terme d'un processus méthodique d'analyse et de synthèse.

Le processus global d'anasynthèse comporte sept opérations distinctes. La section suivante les décrira généralement et permettra de les contextualiser à cette recherche, qui vise à construire un modèle éducationnel de l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

3.3.1 Identification de la situation de départ

La situation de départ de cette recherche correspond au problème présenté au chapitre 2, c'est-à-dire le constat d'une absence de fondements curriculaire aux nouvelles propositions éducationnelles. On a constaté un « vide » théorique et un problème

d'arrimage des dimensions éducatives en enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

De ce constat de « vide » théorique ayant été constaté, émerge le projet d'un modèle éducationnel relatifs à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant des préoccupations d'éducation relative à l'environnement. Or, pour construire un tel modèle, il faut recenser dans la littérature spécialisée les divers écrits théoriques qui constitueront les bases sur lesquelles le modèle éducationnel de cette recherche sera construit. Cela fait appel à une revue de la documentation³³, à la précision du champ notionnel et la sélection des écrits de manière à constituer un corpus de textes qui seront analysés et synthétisés. Dans les pages qui suivent, ces diverses étapes seront précisées et mises en contexte.

Le repérage de la documentation

Le repérage de la documentation correspond à la recherche systématique et globale des écrits liés à l'objet d'étude. Legendre (2005 : 1134) le définit comme « un dénombrement général de tous les écrits se rapportant à l'objet d'étude ou de recherche ».

Dans le cadre de cette recherche, le repérage de la documentation s'est concentré sur les écrits récents (de 1990 à aujourd'hui) provenant de monographies spécialisées et de périodiques scientifiques (voir tableau 3.2) associés aux champs d'intervention éducative de l'éducation relative aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

³³ Certains auteurs comme Benoît (2000) ou Guay (2004) emploient le terme recensement des écrits pour faire référence à la revue de la documentation.

Tableau 3.2
Inventaire des périodiques scientifiques consultés lors de la revue de la
documentation

Périodiques scientifiques liés à l'éducation relative aux sciences	
<ul style="list-style-type: none"> • Australian Council for Educational Research • Australian Education Council • Bulletin of Science, Technology and Society • Connexion • Environmental Education Research • European Journal of Teacher Education • International Journal of Science Education • Issues in Science and Technology • Journal of Biological Education • Journal of Chemical Education • Journal of College Science Teaching • Journal of the Korean Association for Research in Science Education • Journal of Curriculum Studies • Journal of Science Education and Technology • Journal of Research in Science Teaching • Philosophy of Science : the central issues • Public Understanding of Science • Research in Science and Technological Education • Research in Science Education • Science and Environmental Education • Science Education • Science Education International • Science & Education • Science and Society • Science Teacher • Science, Technology, and Human Values • Science, Technology & Society • Scientist • School Science Review • Social Education • Studies in Science Education 	
Périodiques scientifiques liés à l'éducation relative à la technologie	
<ul style="list-style-type: none"> • Australian Council for Educational Research • Bulletin of Science, Technology and Society 	

- Connexion
- Educational Technology
- International Journal of Technology and Design Education
- Journal of College Science Teaching
- Journal of Curriculum Studies
- Journal of Science Education and Technology
- Journal of Technology Education
- Research in Science and Technological Education
- Science & Education
- Science, Technology & Society
- Technology Teacher

Périodiques scientifiques liés à l'éducation relative à l'environnement

- The Journal of Environmental Education
- Environmental Education Research
- Applied Environmental Education and Communication
- The International Journal of Environmental Education and Research
- International Research in Geographical and Environmental Education
- The Australian Journal of Environmental Education
- The Canadian Journal of Environmental Education
- Southern African Journal of Environmental Education
- International Journal of Sustainability in Higher Education
- Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions
- Environmental Ethics
- Environmental Psychology
- VertigO

Le champ notionnel

La consultation des tables des matières des revues et la sélection de divers articles scientifiques liés au problème de recherche ont permis de constituer un champ notionnel qui résulte d'une sélection des notions les plus pertinentes. La construction de ce champ notionnel fait appel à l'identification de l'ensemble des termes et concepts qui sont liés à l'objet de recherche. Le champ notionnel génère les descripteurs qui permettront la recension des écrits (Legendre, 2005).

Le tableau 3.3 présente le champ notionnel ayant émergé de la revue de la documentation. Ce champ notionnel permet de procéder à la recension des écrits de manière à constituer un corpus d'écrits permettant de clarifier la problématique de recherche dont émergent les objectifs de recherche. De plus, les écrits rassemblés dans ce corpus servent à la construction du modèle éducationnel proposé.

Tableau 3.3
Champ notionnel de la recherche

ERS

- Science (*Science*)
 - Savoir scientifique (*scientific knowledge*)
 - Activité scientifique (*scientific activity*)
- Éducation scientifique (*science education*)
- Sciences, Technique, Société STS (*Science-Technique-Society, STS*)
- Didactique des sciences (*science didactic*)
- Enseignement des sciences (*science teaching*)

ERT

- Technologie (*Technology*)
 - Savoir technologique (*technological knowledge*)
 - Activité technologique (*technological activity*)
- Éducation technologique (*technological education*)
- Didactique de la technologie (*technological didactic*)
- Enseignement de la technologie (*technological teaching*)

ERE

- Environnement (*environment*)
- Développement durable (*Sustainable development*)
- Éducation relative à l'environnement (ERE) (*environmental education, EE*)
- Sciences, Technique, Société et Environnement STS.E (*Science-Technique-Society-Environment, STS.E*)

Interdisciplinarité et intégration

- Interdisciplinarité (*interdisciplinarity*)
 - curriculaire (*curricular*)
 - scientifique (*scientific*)
 - scolaire (*school interdisciplinarity*)

- formation à (*interdisciplinarity formation*)
- Intégration (*integration*)
 - des matières (*integrated discipline*)
 - des savoirs (*integrated knowledge*)
 - des processus d'apprentissage (*integrating processes*)

Curriculum

- Curriculum (*Curriculum*)
- Fondements curriculaires (*Curricular foundations*)
- Constructivisme (*Constructivism*)
- Éthique (*Ethic*)
- Morale (*Moral*)

Éducation

- Éducation (*education*)
- Pédagogie (*pedagogy*)
- Formation (*formation*)
- Enseignement (*teaching*)
- Compétence (*competency*)

La recension des écrits

En ayant généré divers descripteurs à l'étape de la construction du champ notionnel, il est alors possible d'effectuer un choix plus éclairé des références à analyser. Dans cette recherche, les descripteurs préalablement présentés ont donc été utilisés (à titre de descripteurs majeurs) dans les bases de données (tableau 3.4) et les catalogues les plus utilisés en recherche en éducation.

Tableau 3.4
Bases de données et catalogues utilisés pour la recension des écrits

Bases de données relatives aux périodiques scientifiques

- ERIC
(Couvre principalement la documentation américaine)
- FRANCIS
(Base de données multidisciplinaire et multilingue qui couvre principalement la documentation européenne)
- CBCA *complete*
(Base de données multidisciplinaire incluant une importante documentation en éducation parue au Canada)
- Repere
(Base de données multidisciplinaire en langue française qui couvre principalement la documentation québécoise et française en éducation)

Catalogues relatifs aux monographies

- Ariane
(Catalogue des bibliothèques de l'Université Laval)
- ATRIUM
(Catalogue des bibliothèques de l'Université de Montréal)
- CLUES
(Catalogue des bibliothèques de l'Université Concordia)
- MANITOU
(Catalogue des bibliothèques du réseau de l'Université du Québec)
- MUSE
(Catalogue des bibliothèques de l'Université McGill)
- SIBUS
(Catalogue des bibliothèques de l'Université de Sherbrooke)

Autres bases de données

- *Dissertation abstract*
(Base de données multidisciplinaire relative aux mémoires et thèses publiés sous format électronique)
- UNESCO : résolutions / décisions
(Base de données relative aux résolutions et décisions prises par l'UNESCO)

La sélection des écrits

Les textes identifiés (articles, monographies, politiques, programmes, rapports, etc.) lors de la recension des écrits ont été lus et sélectionnés en fonction de certains critères. Dans le cadre de cette recherche, trois critères de sélection ont été établis.

Tout d'abord, tous les écrits qui faisaient l'état de la question de l'objet ou de l'une des dimensions de l'objet ont été sélectionnés. Ensuite, les écrits des auteurs qui étaient les plus productifs ou qui apportaient des idées neuves par rapport à l'objet ont été choisis. Enfin, il est pertinent de mentionner que seuls les documents de langue anglaise et française ont été retenus. À l'instar de Guay (2004), les critères précédemment sélectionnés permettent l'établissement d'un corpus d'écrits contrasté (selon Van der Maren, 1996) qui provient d'auteurs ayant des présupposés théoriques, des conceptions et des points de vue divers.

Le corpus d'analyse

Ainsi, au fil de la revue de la documentation, de la construction du champ notionnel ainsi que de la recension des écrits, le corpus d'analyse a été graduellement élaboré. Le corpus d'analyse « correspond à l'ensemble des écrits sur lesquels va porter l'analyse de contenu » (Legendre, 2005: 298). La figure 3.2 présente une synthèse des diverses étapes inhérentes à l'identification de la situation de départ :

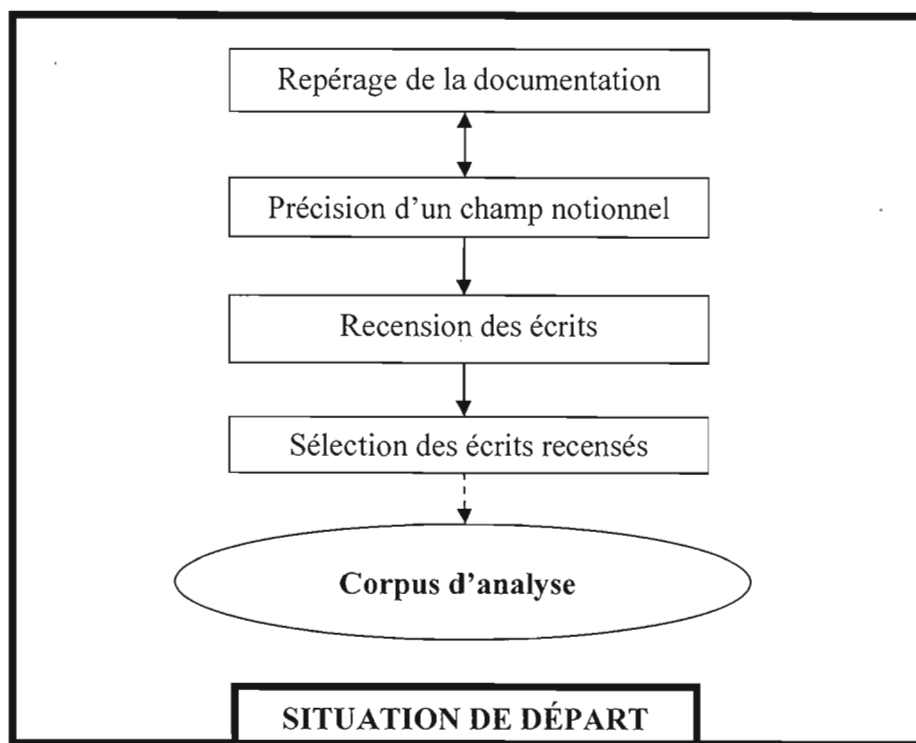


Figure 3.2

Synthèse des opérations liées à la constitution du corpus d'écrits initial dans le processus d'anasynthèse

3.3.2 Analyse de la situation de départ

Cette deuxième étape du processus global d'anasynthèse permet de recueillir les données théoriques déjà existantes qui pourront servir à l'élaboration du modèle éducationnel. Pour ce faire, intervient la stratégie de l'analyse de contenu des textes qui ont été sélectionnés. Cette stratégie sera explicitée à la section 3.3.8 de ce chapitre.

3.3.3 Synthèse

Suite à l'étape de l'analyse, celle de la synthèse est le lieu de la structuration, où les informations recueillies lors de l'analyse sont rassemblées de manière logique et cohérente. Ainsi, le chercheur doit y faire des choix explicites en termes de critères de sélection des unités adoptées ou rejetées.

Les synthèses se font souvent de manière itérative, par des boucles de rétroaction en combinant les synthèses précédentes aux nouvelles analyses. Les synthèses sont graduellement constituées au fur et à mesure que l'on analyse les données recueillies. Le cycle d'analyses et de synthèses se termine lorsque le chercheur constate la saturation des données, c'est-à-dire lorsque les nouvelles données ne viennent changer en rien la synthèse graduellement élaborée.

3.3.4 Élaboration du prototype

Au terme du processus d'analyses et de synthèses successives, une synthèse de plus en plus élaborée arrivera éventuellement à ne plus être influencée par les nouvelles données recueillies. À ce point, la synthèse peut offrir les éléments qui serviront à construire un premier prototype. Celui-ci peut être inédit; il peut correspondre aussi à une vision modifiée de modèles déjà existants. L'idée de *premier prototype* pourrait apparaître comme un pléonasme, mais le processus d'anasynthèse est itératif, ce qui implique que plusieurs prototypes peuvent être produits.

Il faut également souligner que le chercheur pourra également avoir enrichi ce premier prototype par divers éléments, absents du corpus d'analyse, mais issus d'une démarche réflexive ou spéculative.

Dans le cadre de cette recherche, le prototype présenté a été graduellement constitué par l'anasynthèse des écrits du corpus, enrichi par des idées spéculatives externes au corpus et validé par divers critères présentés ci-dessous.

3.3.5 Simulation ou validation du prémodèle

L'étape de la simulation ou de la validation permet au chercheur de vérifier la validité de son prototype en fonction de certains critères. À ce sujet, Berryman (2002) (tableau 3.8) présente une synthèse de ces critères associés à la validité de la recherche théorique en

éducation. Parmi ceux-ci, on compte la pertinence, la valeur heuristique, la cohérence, la limitation, la complétude, l'irréductibilité et la crédibilité.

Tableau 3.8
Critériologie de la recherche théorique en éducation
 (Tiré de Berryman, 2002: 89, d'après Gohier, 1998)

1. **Pertinence** : les énoncés sont pertinents par rapport au domaine
2. **Valeur heuristique** : les données donnent à connaître
3. **Cohérence** : non-contradiction entre les énoncés
4. **Circonscription** : délimitation du domaine d'objets
5. **Complétude** : exhaustivité par rapport au domaine d'objets
6. **Irréductibilité** : simplicité ou caractère fondamental
7. **Crédibilité**
 - a. Utilisation de sources autorisées
 - Accès aux sources, actualité et historicité, exhaustivité des sources : intégralité et intégrité (Van der Maren, 1996; p.135-139)
 - b. Mise en place d'une méthode dialectique (argumentation et sens critique)
 - Argumentation
 - Rhétoriquement efficace
 - Logiquement solide
 - Dialectiquement transparente
 - Doute méthodologique
 - Mise à l'épreuve des thèses avancées : explicitement et implicitement suscitée chez le lecteur
 - c. Exposition des présupposés épistémologiques et théoriques
 - Point de vue sur la science
 - Grille d'analyse
 - Méthode utilisée pour mettre à jour les éléments discursifs retenus dans le corpus
 - Valeur, horizon idéologique, portée éthique des énoncés

Si le prototype ne répond pas à ces divers critères, le chercheur est alors contraint de revenir rétroactivement sur ses synthèses pour le compléter ou le transformer en fonction des problèmes de validité. Dans le cas de cette thèse, le résultat de cette validation de la part du chercheur est présenté et discuté au chapitre 7.

Lorsque le chercheur évalue son prototype comme étant valide, il peut alors le soumettre à des experts externes qui le confronteront avec leur vision et leur propre réalité. Dans le cas de modèles théoriques, la simulation s'effectue auprès d'experts liés au sujet d'étude. La validation du prototype construit dans le cadre de cette thèse fait partie d'un programme ultérieur de recherche. Ce modèle sera validé par discussion (interactions sociales) et expérimentations (en contexte). Tel que discuté au chapitre 7, cette validation « externe » ne fait pas toutefois pas partie du cadre de cette recherche

3.3.6 Présentation du modèle optimal

Lorsque l'étape de validation cautionne la validité du prototype, ce dernier peut-être proposé à titre de modèle optimal. Ce modèle peut être considéré comme valide aussi longtemps que le chercheur, dans son expérimentation personnelle, ne l'aura pas remis en cause. La remise en cause de sa validité peut également s'effectuer à travers les diverses utilisations ou confrontations ultérieures des d'experts qui s'y pencheront.

Néanmoins, la validité externe du modèle ne peut être démontrée qu'à plus ou moins long terme. Ainsi, cette étape dépasse le cadre de cette recherche.

3.3.7 Mise en œuvre du processus d'anasyntèse dans cette recherche

Le processus d'anasyntèse englobe toutes les étapes de cette recherche. D'abord, c'est par celui-ci que l'objectif général de cette recherche a été atteint, c'est-à-dire la construction d'un modèle éducationnel de l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Mais aussi, le processus d'anasyntèse préside également à chacun des construits spécifiques de cette recherche soit les différents éléments formels, axiologiques et praxéologiques liés au modèle éducationnel.

Enfin, le processus d'anasyntèse a également présidé à la construction des diverses parties de cette thèse, en particulier à celle des éléments de la problématique (chapitre 2) et des éléments du cadre conceptuel et théorique (chapitre 4).

Ces différents construits sont reliés entre eux par une dynamique organique et globale. C'est-à-dire que chaque construit est non seulement en étroite relation avec les autres, mais il y a aussi une relation d'interdépendance entre eux. Les avancées dans le développement de nouveaux construits ont amené à faire des révisions et des avancées sur les autres. De cette manière, le tout a évolué à partir de l'évolution de chaque partie et de leurs interrelations.

Par exemple, les éléments de problématique servent de piliers pour développer le cadre conceptuel et théorique. C'est une fois ce cadre structuré qu'il a été possible de proposer un modèle éducationnel cohérent. D'un autre côté, il a souvent fallu faire des allers-retours entre les divers chapitres dans un souci de cohérence globale de la recherche.

De la même manière, le développement de construits spéculatifs et réflexifs, c'est-à-dire la construction du modèle éducationnel, est appuyé par des allers-retours entre les divers autres construits théoriques (problématique, cadre paradigmatique, cadre méthodologique, cadre conceptuel et cadre théorique).

3.3.8 L'analyse de contenu

Tel que mentionné précédemment, le processus d'anasyntèse inclut une étape d'analyse; dans le cas de cette recherche, il s'agit d'une analyse de contenu des écrits (figure 3.3).

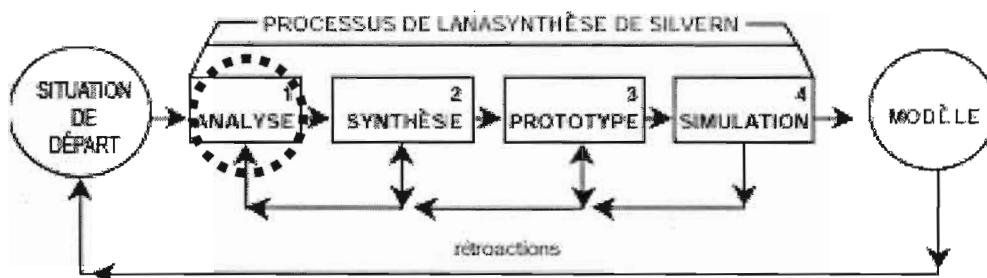


Figure 3.3
L'analyse de contenu au sein de la démarche d'analyse de synthèse

Selon L'Écuyer (1987: 50), « l'analyse de contenu est une méthode de classification et de codification dans diverses catégories des éléments de contenu de documents analysés, pour en faire ressortir différentes caractéristiques en vue d'en comprendre le sens exact et précis ». Muchielli (1991) amène l'idée de *méthodes sûres d'inventaires* tandis que L'Écuyer (1987) et Legendre (2005) ajoutent l'idée de *systematicité, de scientificité, d'exhaustivité et d'objectivité*³⁴.

Sauvé (1992) a analysé les différentes conceptions de l'analyse de contenu de Berelson (1971), Garman (1982), Ghiglione et coll. (1980), Holsti (1969), Krippendorff (1982), Legendre (1983), Lefebvre (1989), Lincoln et Guba (1985), Miles et Huberman (1984), Mucchielli (1991) et Weber (1985). Elle est arrivée à définir l'analyse de contenu comme :

une stratégie de recherche qualitative (qui peut inclure des aspects quantitatifs) permettant de décrire, de clarifier, de comprendre, ou d'interpréter une réalité, permettant de mettre au jour des informations explicitement ou implicitement contenues dans les données scripto-audio-visuelles relatives à cette réalité. (Sauvé, 1992: 29)

³⁴ *Le Dictionnaire actuel de l'éducation* définit l'objectivité comme le caractère de ce qui se fonde sur une logique extérieure raisonnable plutôt que sur des critères particuliers (Legendre, 2005, p. 931). Dans cette recherche, la pluralité des sources et la validation externe inhérente au processus d'anasynthèse assureront cette objectivité.

Ces définitions de L'Écuyer (1987) et de Sauvé (1992) font ressortir certains éléments de débat autour de l'analyse de contenu. Tout d'abord, c'est le traitement qualitatif ou quantitatif qui est matière à controverse. En second lieu, certains auteurs (L'Écuyer, 1987; Mucchielli, 1991) soutiennent que toute analyse doit porter sur le contenu manifeste d'un texte, alors que Bardin (1996) amène l'idée d'un contenu voilé et incite à l'inférence pour découvrir le sens implicite d'un texte.

Au regard du premier élément de débat, une analyse qualitative du contenu est plus pertinente dans le cadre de cette recherche. Un traitement statistique des données n'apporterait que peu d'informations dans la construction d'un modèle théorique. Il faudra donc « décrire les particularités spécifiques des différents éléments (mots, phrases, idées) regroupés dans chacune des catégories. » (Bardin, 1996; 53). En raison de la nature des écrits et des objectifs de cette recherche, l'analyse ne s'attardera qu'au contenu manifeste des documents sélectionnés.

3.3.8.1 Opérationnalisation de l'analyse de contenu

Selon Legendre (2005), l'analyse de contenu est caractérisée par sept phases : l'identification des biais du chercheur, l'adoption d'un cadre de référence d'analyse, la détermination des catégories d'analyse, la détermination des unités d'analyse, le codage des unités d'analyse, le traitement et l'interprétation du codage.

Identification des biais du chercheur

D'entrée de jeu, étant donné que le chercheur est le seul à procéder à l'analyse de contenu, il serait pertinent que celui-ci expose *a priori* ses conceptions et ses biais, de façon à assurer une certaine transparence et à donner une crédibilité à sa recherche.

Outre ses expériences personnelles liées au domaine de l'éducation et présentées dans l'*avant propos* de cette recherche, les présupposés théoriques fondamentaux auxquels le chercheur adhère sont présentés au chapitre 4.

Adoption d'un cadre de référence d'analyse

Pour cette recherche théorique spéculative en éducation, c'est le cadre de référence des théories éducationnelles proposé par Maccia (1966, dans Legendre, 2005 : 1392) qui a été retenu. Ce cadre de référence a servi de catégories d'analyse pour la classification des écrits analysés. On y identifie alors quatre types de théories éducationnelles :

- Théorie formelle (TF), qui définit les termes, clarifie les concepts et les notions ;
- Théorie axiologique (TA), qui traite des finalités, des buts, des principes et des objectifs ;
- Théorie praxique (TP), qui traite de la mise en œuvre et des pratiques pédagogiques ;
- Théorie explicative (TE), qui complète les informations recueillies, qui donne des éclaircissements, qui ajoute des éléments caractéristiques.

Détermination des catégories d'analyse

Une fois le corpus constitué, il s'agit de constituer des catégories d'analyse qui permettent de construire un réseau notionnel plus étayé (Legendre, 2005). Le choix des catégories doit se faire de manière pertinente et exhaustive au regard des objectifs de recherche. Ces catégories doivent être clairement définies pour en assurer une bonne compréhension lors de l'étape de validation. On doit aussi y ajouter les règles d'exclusion et d'inclusion de façon à pouvoir discriminer ce qui est associé à l'une ou l'autre des catégories. Enfin, les catégories doivent être testées sur un échantillon du corpus d'analyse avant d'être adoptées (Sauvé, 1992). Mentionnons à cet effet qu'il est possible que de nouvelles catégories émergent et que d'autres disparaissent au cours d'une analyse plus poussée du corpus (Legendre, 2005).

Dans le cadre de cette recherche, les principales catégories d'analyse correspondent au champ notionnel de la recherche présenté au tableau 3.3.

Détermination des unités de sens et des unités d'analyse

Cette étape suppose tout d'abord le repérage d'unités de sens pertinentes à travers les documents du corpus d'écrits. Pour chacun des textes choisis, il s'agira de faire une première lecture flottante du texte analysé (Bardin, 1996). Une deuxième lecture plus analytique permettra ensuite de repérer et de sélectionner des unités d'analyse en fonction des catégories précédemment déterminées. Tel que proposé par Mucchielli (1991), le concept d'« unités informantes » au regard du contenu manifeste sera utilisé.

Microsoft Access - [Anasynthese]

Fichier Edition Affichage Insertion Format Enregistrements Outils Fenêtre ?

MS Sans Serif 8 G I S

Descripteur1
 ERS/ERE
 Descripteur2
 Divergence
 Descripteur3
 Descripteur4
 À trouver
 PEPPER, D. (1996) Modern Environmentalism, An introduction (London, Routledge).

TF
☒
 TA
☐
 TP
☐
 TE
☒

Citation

(...) the tensions that exist between environmentalists who espouse causes such as rapid action to reduce greenhouse gas emissions or risks associated with nuclear waste, and scientists who are committed to the principles of reason based upon evidence and a public understanding of this.

Référence

Ashley, M. (2000). Science: An Unreliable Friend to Environmental Education? Environmental Education Research, 6(3), 269-280.

Figure 3.4
Interface de codage des unités d'analyse dans *Microsoft Access*

Il est également pertinent de mentionner que les documents du corpus ont été numérisés de manière à y effectuer un traitement informatisé à l'aide du logiciel de traitement de données *Microsoft Access*. Les documents sont lus sous forme papier, où les unités d'analyse sont sélectionnées et sont ensuite entrées dans la base de données. La figure 3.5 présente l'interface *Microsoft Access* qui a été conçue pour cette recherche.

Codage des unités d'analyse

Une fois les unités d'analyse repérées et classées par catégorie, le codage des unités sous les quatre rubriques des théories éducationnelles de Maccia (1966, dans Legendre, 2005) (TF, TA, TP, TE), permet une synthèse simple et efficace de l'information jugée pertinente. De plus, tel que suggéré par Glaser et Strauss (1967, dans Lincoln et Guba, 1985), les unités d'analyse classées seront systématiquement comparées aux autres unités déjà classées dans la même catégorie. Cette systématisation permet de dégager rapidement des tendances de façon à pouvoir juger de la saturation des données.

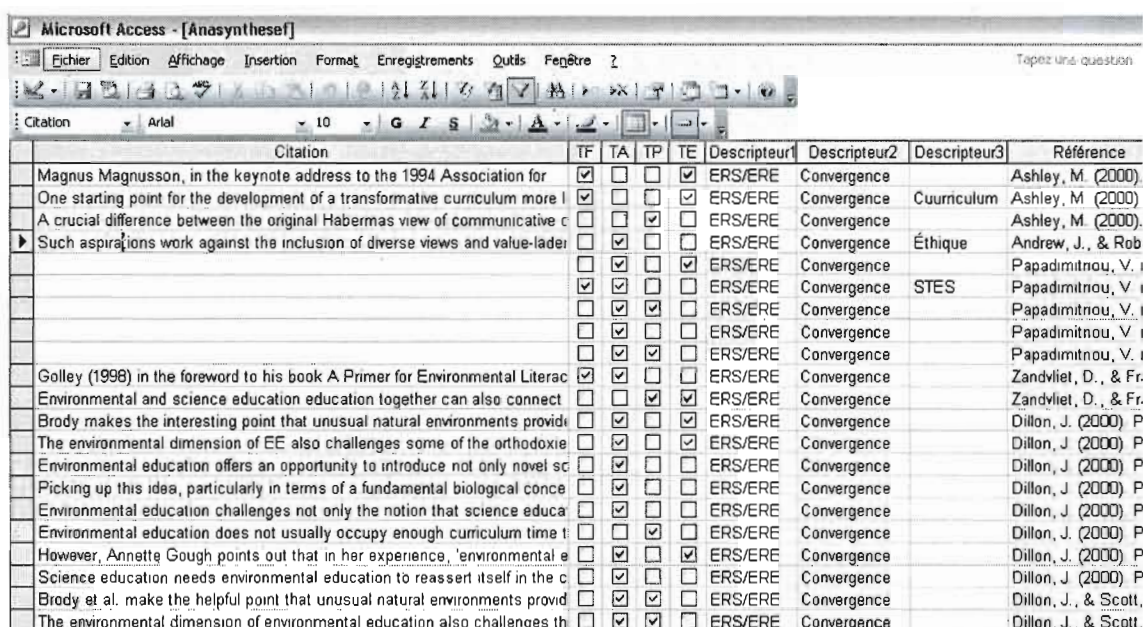
Traitement et interprétation du codage

Le codage successif d'éléments relatifs à chacune des catégories permet d'élaborer des synthèses de plus en plus complètes. Le fait de subdiviser les unités d'analyse associées à chacune des catégories en quatre regroupements (TF, TA, TP, TE) permet de faciliter le travail de synthèse. Par exemple, dans le réseau *ERE*, dans la catégorie *Environnement*, il faut effectuer quatre mini-synthèses selon les quatre types de théories éducationnelles. Ces quatre mini-synthèses facilitent la synthèse du concept *environnement* dans le réseau *ERE*.

Dans *Microsoft Access*, le codage s'effectue donc par un simple « clic » de souris dans les cases TF, TA, TP, TE. Lorsque les documents ont tous été codés, l'interface

informatique permet une manipulation très aisée des données. L'interface informatique ne permet aucune analyse en tant que telle : elle permet seulement le regroupement rapide des unités d'analyse en fonction des descripteurs et des catégories.

Par exemple, la figure 3.5 illustre le résultat du regroupement d'unités d'analyse. On peut y remarquer les unités d'analyse (citation), le codage et les descripteurs. Mentionnons que pour certains documents, le traitement en mode « texte » n'a pas été possible. Les unités étaient donc découpées sous forme d'image. Dans cette figure, c'est ce qui explique que certains descripteurs n'ont pas de « citation » qui leur est associée (en l'occurrence les unités associées à Papadimitriou, 2001).



Citation	TF	TA	TP	TE	Descripteur1	Descripteur2	Descripteur3	Référence
Magnus Magnusson, in the keynote address to the 1994 Association for	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Ashley, M. (2000)
One starting point for the development of a transformative curriculum more l	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence	Cuurriculum	Ashley, M. (2000)
A crucial difference between the original Habermas view of communicative c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Ashley, M. (2000)
Such aspirations work against the inclusion of diverse views and value-lader	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence	Éthique	Andrew, J., & Rob
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Papadimitriou, V. i
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence	STES	Papadimitriou, V. i
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Papadimitriou, V. i
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Papadimitriou, V. i
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Papadimitriou, V. i
Golley (1998) in the foreword to his book A Primer for Environmental Literac	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Papadimitriou, V. i
Environmental and science education education together can also connect	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Zandvliet, D., & Fr.
Brody makes the interesting point that unusual natural environments provid	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
The environmental dimension of EE also challenges some of the orthodoxie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Environmental education offers an opportunity to introduce not only novel sc	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Picking up this idea, particularly in terms of a fundamental biological conce	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Environmental education challenges not only the notion that science educa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Environmental education does not usually occupy enough curriculum time t	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
However, Annette Gough points out that in her experience, 'environmental e	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Science education needs environmental education to reassert itself in the c	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J. (2000) P
Brody et al. make the helpful point that unusual natural environments provid	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J., & Scott,
The environmental dimension of environmental education also challenges th	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ERS/ERE	Convergence		Dillon, J., & Scott,

Figure 3.5
Interface de codage des unités d'analyse dans Microsoft Access

Le tableau Access permet de faciliter les synthèses, étape suivante du processus d'anasyntèse. C'est donc par diverses synthèses spécifiques, par d'autres synthèses plus globales constituées de manière itératives et par diverses réflexions spéculatives

à l'égard de ces synthèses qu'il a été possible de regrouper les éléments jugés pertinents pour la construction d'un premier prototype.

La figure 3.6 illustre donc tout le processus général d'anasynthèse au sein de cette recherche. Il est à noter que l'étape de validation externe ne fait pas partie du cadre de cette thèse, mais en constitue une des étapes d'un programme de recherche ultérieur.

3.4. En synthèse

Jusqu'ici ont été présentés les principaux éléments de problématique, le problème et les objectifs de recherche, ainsi que plusieurs considérations d'ordre méthodologique liées au processus global d'anasynthèse et plus spécifiquement à la stratégie de l'analyse du contenu manifeste des écrits.

Le chapitre suivant, le cadre conceptuel et théorique, permettra d'explicitier les concepts centraux de cette recherche, à savoir les concepts « éducation », « science », « technologie », « environnement » et « curriculum ». De plus, ce cadre conceptuel et théorique tentera de définir, de clarifier et de mettre en relation les concepts associés aux nouvelles tendances curriculaires : « constructivisme », « compétence », « interdisciplinarité » (et ses concepts connexes), « développement durable » (et ses concepts connexes), ainsi que les concepts « morale » et « éthique ». Enfin, ce chapitre se terminera par la définition de termes-clés relatifs au construit spécifique de cette recherche, c'est-à-dire les notions « modèle », « approche » et « stratégie ».

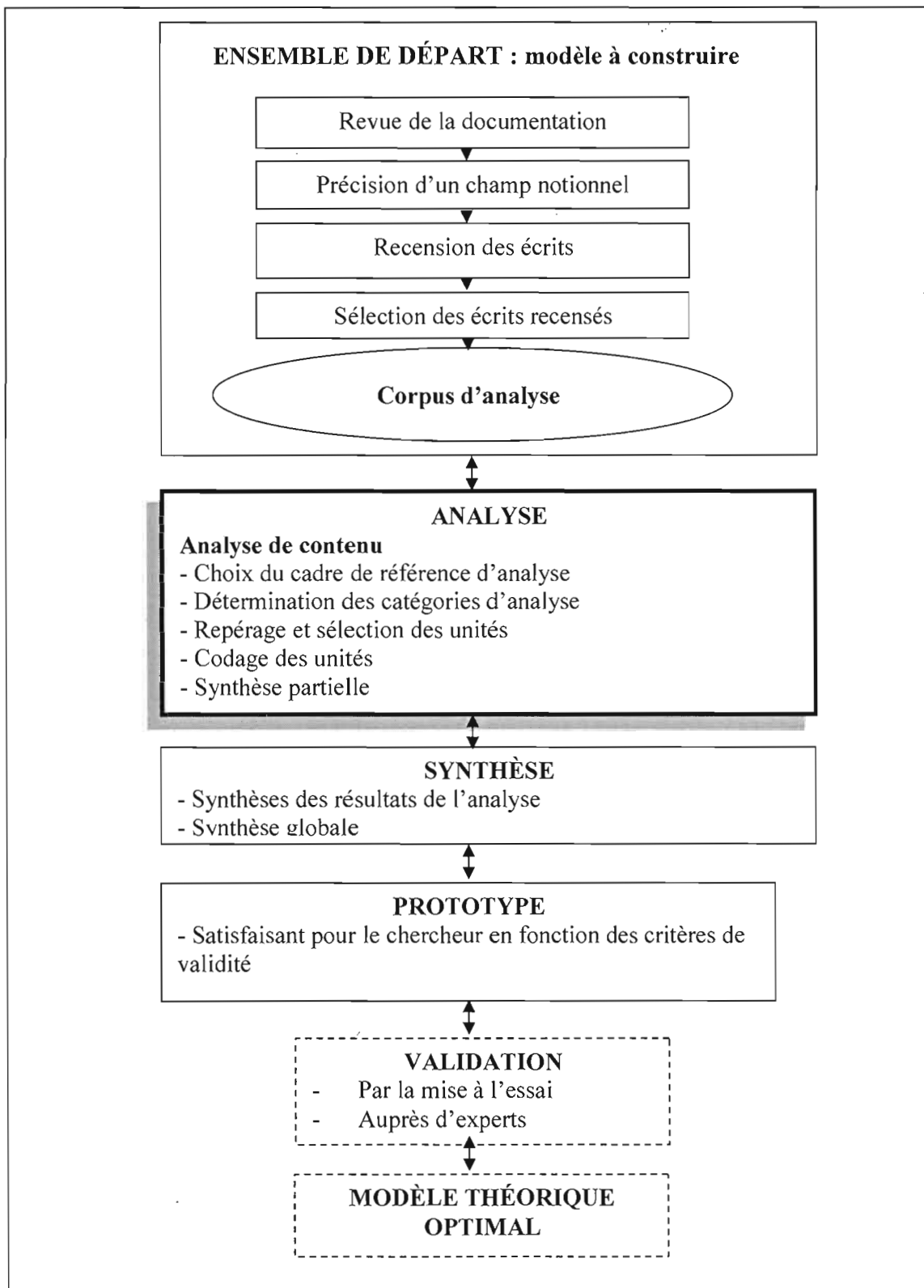


Figure 3.6
L'analyse de contenu et le processus global de l'anasynthèse

CHAPITRE IV

CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE

Ce chapitre définit et caractérise les principaux concepts qui en sont en amont des concepts d'éducation relative à l'environnement, d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie, soit les concepts d'*éducation*, d'*environnement*, de *science* et de *technologie*³⁵. Le concept de *curriculum* sera également défini puisque cette recherche a pour but de proposer des fondements curriculaires à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. De plus, seront explicités certains des concepts qui caractérisent les nouvelles propositions curriculaires développées dans divers systèmes éducatifs, incluant celui du Québec. La clarification de ces concepts soulève divers enjeux qu'il importe de mettre en lumière. Il sera plus particulièrement question des concepts de *constructivisme*, de *compétence*, d'*intégration*, d'*interdisciplinarité* ainsi que ceux liés à l'intégration de l'éthique (*morale* et *éthique*) et des préoccupations environnementales à l'école (*développement durable* et ses concepts connexes).

Enfin, ce quatrième chapitre se terminera par une définition et une explicitation des notions de *modèle*, de *modèle éducationnel*, d'*approche* et de *stratégie*. Ces derniers sont centraux dans la proposition d'un modèle éducationnel en deux volets : théorique (éléments formels et axiologiques au chapitre 5) et praxéologique (approches et stratégies au chapitre 6).

³⁵ Le prochain chapitre (chapitre 5) présentera comme résultat de recherche la dimension théorique du modèle impliquant notamment la clarification théorique des concepts d'éducation relative à l'environnement, d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie.

Toutefois, avant de procéder à la définition de ces concepts « piliers », une explicitation des présupposés théoriques du chercheur permettra au lecteur de comprendre les choix théoriques, axiologiques et pratiques sur lesquels sont basés chacune des sections de la thèse.

4.1 Les paradigmes sociologiques et éducatifs de Bertrand et Valois

Selon Gohier (1998), toute recherche scientifique doit mettre en évidence les paradigmes se trouvant à la base de la démarche adoptée. Ainsi, seront présentés ci-dessous, les postulats paradigmatiques sur lesquels reposent les choix effectués à l'intérieur de cette recherche.

Bertrand et Valois (1999) soutiennent que les finalités et les buts de l'éducation se basent sur les paradigmes socioculturels de chaque société. Ainsi, le modèle éducationnel proposé sera basé sur un paradigme éducationnel, lui-même ancré dans un paradigme socioculturel.

Selon Bertrand et Valois (1999: 38) un paradigme socioculturel fait référence à :

[...] un ensemble de généralisations symboliques, de conceptions, de croyances, de valeurs et des techniques, conçues comme exemplaires, comprenant une conception de la connaissance, une conception des relations entre la personne, la société et la nature, un ensemble de valeurs et intérêts, une façon de faire et une signification globale de l'activité humaine. Ces composantes délimitent pour un groupe social donné l'étendue possible de son champ d'action et de sa pratique sociale et culturelle et assurent par le fait même sa cohérence et sa relative unanimité.

Le tableau 4.1 vient décrire sommairement les quatre paradigmes socioculturels identifiés par Bertrand et Valois (1999). Ces paradigmes socioculturels se définissent par cinq composantes : une conception de la connaissance; une conception des

relations entre la personne, la société et la nature; des valeurs et des intérêts; une façon de faire; une signification globale de l'activité humaine.

Tableau 4.1
Les paradigmes socioculturels
 (Selon Bertrand et Valois, 1999, dans Chavez, 2005: 64)

Paradigme socioculturel	Caractéristiques
Industriel	Ce paradigme est dominant dans la société occidentale. Il est fondé sur la production industrielle et les règles de l'économie de marché. La relation personne-société-nature est vue dans une perspective individualiste basée sur la concurrence et la compétition. Dans ce paradigme, la nature représente une ressource à exploiter.
Existentiel	Ce paradigme valorise spécialement la personne et son développement. Il insiste sur l'importance de la subjectivité, de l'intuition, de l'affectivité et de l'extrarationalité. Dans ce paradigme, on vise un changement par rapport au paradigme industriel en fonction du développement personnel.
De la dialectique sociale	Ce paradigme donne de l'importance aux problèmes de la société et à l'évolution de celle-ci. Il valorise les relations entre les personnes et les institutions. Il s'intéresse à la défense des droits de la personne et cherche le changement social à travers la participation.
Symbiosynergique	Ce paradigme valorise l'ensemble de la vie et inclut les humains en tant que composantes de la dynamique des écosystèmes. Elle parle d'unité entre les humains et les écosystèmes en termes de symbiose, d'interdépendance. Dans cette symbiose, doit exister une synergie d'harmonie, c'est-à-dire que les actions des uns doivent favoriser l'évolution harmonieuse des autres.

Dans les sociétés occidentales actuelles, Bertrand et Valois (1999) constatent que le paradigme socioculturel industriel est le plus répandu. Dans ce paradigme, les finalités de l'éducation sont axées sur la conservation, la reproduction de la dynamique de production et de mercantilisation. Les autres paradigmes présentés au tableau précédent ont émergé comme propositions alternatives face à la domination du paradigme industriel.

Tableau 4.2
Paradigmes socioculturels et paradigmes éducatifs
 (Selon Bertrand et Valois, 1999, dans Chavez, 2005: 66)

Paradigme socioculturel	Paradigme éducationnel	Dimension axiologique et normative
Industriel	Rationnel	Pour ce paradigme, l'éducation doit produire une personne bien adaptée à la société industrielle. Elle doit transmettre des savoirs prédéterminés et vrais. Elle doit valoriser la démarche scientifique.
	Technologique	Ce paradigme met d'avantage l'accent sur l'efficacité de l'instruction. Selon lui, l'éducation doit produire un être technologique, une personne active et efficace. Favorise une approche technosystémique et mécaniste (ex. démarche par objectifs).
Existentiel	Humaniste	Ce paradigme se centre sur l'individu humain. Dans ce sens, il est anthropocentriste. Selon lui, l'éducation doit amener la personne à se sentir bien dans sa peau. Il valorise la subjectivité et la créativité et favorise une approche organique dans le but de développer l'autonomie de l'apprenant.
De la dialectique sociale	Socio-interactionnel	Ce paradigme se centre sur les rapports de pouvoir du processus éducatif. Il met l'accent sur les implications sociales de l'éducation. De la même manière, il favorise une approche d'autogestion pédagogique dans le but de remettre en question le pouvoir de l'enseignant. Il encourage le travail en équipe. Selon ce paradigme, l'éducation doit développer des personnes capables de réinventer la société et ses institutions.
Symbiosynergique	Inventif	Ce paradigme se centre sur une compréhension holistique des êtres humains, en interaction avec la société et l'environnement. Il favorise une approche par le biais de la pédagogie sociale d'autodéveloppement dans laquelle les participants prennent en main leur autoréalisation, savoir-dire-penser-partager-faire vivre.

Bertrand et Valois (1999) insistent également sur la relation entre les paradigmes socioculturels et les paradigmes éducationnels. Un paradigme socioculturel spécifique implique une idée particulière de ce que doit être l'éducation. C'est pourquoi les orientations du champ paradigmatique dominant déterminent les orientations fondamentales de l'éducation d'une société. Ces auteurs distinguent cinq paradigmes éducationnels se rattachant aux quatre paradigmes socioculturels : le paradigme rationnel et le paradigme technologique répondent au paradigme industriel, le

paradigme humaniste fait écho au paradigme existentiel, le paradigme socio-interactionnel est fondé sur le paradigme de la dialectique sociale et le paradigme inventif s'associe au paradigme symbiosynergique (tableau 4.2).

À leur tour, chacun des paradigmes éducationnels génèrent une diversité d'écoles de pensée, de théories, d'approches et de modèles éducationnels.

Alors que le tableau 4.2 décrit plus précisément les paradigmes éducatifs, le tableau 4.3 vient associer diverses valeurs auxquelles sont associés les paradigmes socioculturels et éducatifs.

Tableau 4.3
Valeurs privilégiées dans les paradigmes
socioculturels et éducatifs
 (Bertrand et Valois, 1999, synthèse de Sauvé, 2002)

Paradigmes socioculturels	Paradigmes éducatif	Valeurs privilégiées
Industriel (centré sur la production et l'économie)	Rationnel et technologique	Efficacité, rendement et compétitivité
Existentiel (centré sur la personne)	Humaniste	Liberté, autonomie et projet personnel
Dialectique-social (centré sur le groupe social)	Socio-interactionnel	Démocratie, solidarité et responsabilité
Symbiosynergique (centré sur les relations personne-groupe social-nature)	Inventif	Vision systémique, globalité (holisme), recherche de sens et transformation profonde

Malgré l'actuel mouvement des réformes en enseignement des sciences et de la technologie, il est encore possible d'affirmer que l'enseignement tel qu'il se pratique actuellement dans les classes est majoritairement basé sur le paradigme éducationnel

rationnel. Ce paradigme implique l'idée de la transmission des connaissances et de certaines valeurs sociales. C'est bien loin de la conception qui est au fondement de cette thèse relative à l'enseignement des sciences et de la technologie.

Que ce soit à l'égard de l'enseignement des sciences et de la technologie ou de l'éducation relative à l'environnement, cette recherche se situe davantage dans le paradigme inventif qui est issu du paradigme socioculturel symbiosynergique. Selon Bertrand et Valois (1999), le paradigme socioculturel symbiosynergique est plutôt un contre-paradigme se portant à faux du paradigme socioculturel industriel. Dans cette vision, l'être humain est un être *en permanent devenir*, toujours en apprentissage, en interaction constante avec les autres humains, avec les autres êtres vivants et avec la dynamique des écosystèmes.

Cette recherche se situe dans un paradigme qui vise la transformation de la société industrielle dominante en de nouvelles communautés démocratiques. Dans cette conception symbiotique de l'éducation, l'accent est mis sur la personne unie à sa communauté et à son environnement. Dans ce paradigme, Chavez (2005: 65) ajoute que « la société humaine et la nature forment un écosystème où chaque personne est amenée non seulement à prendre conscience de sa valeur en tant qu'agent de son épanouissement total, mais à prendre conscience de son appartenance et de son activité à l'intérieur de la totalité de la société ».

Cette idée conduit au fait que le modèle éducationnel développé dans cette recherche se situe dans le paradigme inventif. Au sein de ce paradigme, Bertrand et Valois (1999) ajoutent que l'éducation se conçoit comme un processus systémique et global dans lequel les humains sont en recherche de sens dans l'interaction constante avec leur environnement.

C'est donc en référence au paradigme socioculturel symbiosynergique et au paradigme éducatif inventif que s'effectuent dans cette recherche les choix relatifs aux diverses

visions et définitions associées aux concepts qui la sous-tendent. Ce cadre paradigmatique servira également de base à la construction d'un modèle éducationnel d'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

4.2 Le concept « éducation »

Le concept d'éducation comporte de nombreuses dimensions et définitions. En effet, plusieurs auteurs (Champy et Étévé, 1998; Arénilla, 2000; Buisson et Hayat, 2000; Guay, 2004; Legendre, 2005) présentent ce concept comme polysémique. Par exemple, Legendre (2005: 502) définit le concept d'éducation comme un « ensemble de valeurs, de concepts, de savoirs et de pratiques dont l'objet est le développement de l'être humain et de la société ». Dans une perspective plus behavioriste, Louis Arénilla et ses collègues (2000: 99), définissent l'éducation comme « l'ensemble des influences de l'environnement, celle des hommes ou celles des choses, aboutissant à transformer le comportement du sujet qui les subit ».

De manière à mieux en catégoriser les nombreuses définitions recensées, Legendre (2005 : 502) propose une classification qui présente l'éducation comme un système social, comme une finalité, comme un *processus*, comme une *discipline* et comme une *profession*.

Cette recherche se situe tout d'abord dans la perspective de l'éducation comme « processus », qui fait généralement référence, selon Legendre (2005: 502), à « un processus formel ou informel, une succession d'étapes interdépendantes, composées de ressources et d'activités, visant l'atteinte d'objectifs de développement (savoirs, habiletés, attitudes, comportements valeurs, etc.) ». Selon les présupposées théoriques de cette recherche, adoptant notamment une épistémologie constructiviste, l'éducation n'est pas un but en soi mais bien un processus.

De manière plus spécifique, la définition suivante de l'éducation, proposée Legendre (1988: 83), semble complète et traduit bien les présupposés théoriques sur lesquels est basés cette thèse :

Processus concernant le développement optimal de la personne au sein de son milieu de vie (dimension affective, sociale, morale, intellectuelle, physique, spirituelle) et en particulier, le développement de l'autonomie, la capacité d'adaptation et d'une compétence éthique, en vue de mener à l'adoption d'un agir responsable et de favoriser le bien-être individuel et collectif.

Cette définition est jugée pertinente puisque l'éducation est présentée comme multidimensionnelle. Elle inclut des préoccupations éthiques et elle fait référence à un large spectre d'objets d'apprentissage rejoignant les diverses dimensions de la personne. C'est donc sur cette conception de l'éducation qu'est basée la proposition de modèle éducationnel (chapitre 5 et 6) concernant l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Il convient d'aborder maintenant les concepts *apprentissage*, *enseignement* et *formation* qui sont souvent rattachés au concept d'éducation.

4.2.1 Le concept « apprentissage »

Alors que les anciens curriculums semblaient mettre l'enseignant au cœur des pratiques éducatives, les tendances éducatives actuelles sont principalement centrées sur l'apprenant et sur l'apprentissage. Jacques Tardif (2000) soutient même que ces tendances se caractérisent notamment par le passage du paradigme de l'enseignement à celui de l'apprentissage.

De manière générale, Legendre (2005: 88) présente l'apprentissage comme « un acte de perception, d'interaction et d'intégration d'un objet par un sujet ». Dans une perspective scolaire, cet auteur ajoute que l'apprentissage est une « résultante d'un

cheminement d'évolution chez un sujet qui se traduit, entre autres, par l'acquisition de connaissances, le développement d'habiletés ou de savoir-faire, l'adoption de nouvelles attitudes, de nouvelles valeurs, etc. » (Legendre, 2005: 89)

Pour leur part, Amigues et Zerbato-Poudou (2000: 135) soulignent que « pour définir adéquatement le concept d'apprentissage, il faut situer la définition en fonction des courants théoriques desquels la définition est tirée ». Par exemple, ces derniers mentionnent que l'apprentissage peut être considéré « comme un résultat de l'enseignement » (*Ibid.*). Dans ce cas, c'est plutôt une conception behavioriste qui est mise en avant, et dans laquelle le centre de l'attention concerne le rôle de l'enseignant en fonction du comportement attendu de l'élève. D'un autre côté, en définissant ce concept comme *un processus d'acquisition de connaissances*, on se situe davantage dans une conception cognitiviste centrée sur le processus.

Cette recherche se situe principalement dans une perspective constructiviste où l'apprentissage est considéré comme « un processus de construction des connaissances qui se réalise dans l'interaction entre le sujet pensant et l'environnement dans lequel il évolue » (*Ibid.*). Amigues et Zerbato-Poudou (2000) mentionnent que cette théorie accorde un rôle essentiel aux actions et aux opérations réalisées par l'élève dans la structuration de la pensée. Ils ajoutent que « pour construire ses connaissances, l'individu utilise les connaissances antérieures comme moyen de représentation, de calcul et de réflexion sur sa propre action » (*Ibid.*). Ainsi, les connaissances anciennes interviennent dans le processus d'acquisition des connaissances nouvelles.

Il convient de mentionner que même si l'apprentissage semble être le focus principal des nouvelles tendances éducatives, cela est loin de signifier la disparition du concept d'enseignement ou la diminution de la valeur de l'enseignement. La section suivante

définit et caractérise les concepts d'enseignement et de formation au sein des nouvelles propositions curriculaires.

4.2.2 Les concepts « enseignement » et « formation »

Les mots formation, enseignement et éducation sont souvent l'objet de confusions conceptuelles (Arénilla, 2005; Legendre, 2005; Meirieu, 2006). Selon Arénilla (2005), l'enseignement consiste à signaler à l'élève ce qui doit retenir son attention, à lui montrer les choses importantes. Cela consiste à aider l'apprenant à introduire une forme et une hiérarchie dans ses connaissances. Legendre (2005) ajoute qu'il s'agirait d'un processus de communication en vue de susciter l'apprentissage. De manière plus spécifique, l'enseignement référerait, selon cet auteur, « à l'ensemble des actes de communications et de prises de décisions mis en œuvre intentionnellement par une personne ou un groupe de personnes qui interagit en tant qu'agent dans une situation pédagogique. » (Legendre, 2005 : 572).

Aussi, Legendre (2005) différencie le concept d'éducation et d'enseignement en stipulant que le concept d'enseignement, en opposition à celui d'éducation, mettrait davantage l'accent sur la transmission de connaissances que sur le développement des potentialités de la personne. « L'enseignement est donc la part de l'éducation qui revient au système scolaire, ce qui est synonyme d'éducation scolaire. » (Legendre, 2005: 684).

Dans cette recherche, la définition traditionnelle où l'enseignement est défini dans l'unique perspective de la transmission de connaissances est contestée. La proposition du Gouvernement du Québec (2006 :13) apparaît nettement plus riche : « Le rôle de l'enseignant est multiple. Il joue à la fois le rôle de guide et de facilitateur des apprentissages, mais aussi celui d'expert pédagogique et disciplinaire. »

Il convient également de définir le concept de formation qui est souvent confondu avec celui d'éducation (Sauvé, 1992) ou d'enseignement (Legendre, 2005). Arénilla (2005) définit la formation comme « le passage du chaos de l'enfance à l'harmonie de la maturité, par la mise en forme ou en ordre des diverses parties de l'être ». Cette définition renvoie également au concept allemand de formation existentielle qui est celui de la *Bildung*, faisant référence à la constitution de l'être. Pour Pascal Galvani (1997: 54), la *bildung* est en lien avec un « travail sur soi, culture de ses talents pour son perfectionnement propre. Elle vise à faire de l'individualité une totalité harmonieuse la plus riche possible, totalité qui reste reliée pour chacun à son style singulier, à son originalité. »

À l'instar de Legendre (2005), cette recherche s'inscrit dans une perspective où le concept de formation est défini sur le faire plutôt que sur l'être. Cet auteur définit la formation comme :

[...] l'ensemble des activités, des situations pédagogiques et des moyens didactiques ayant comme objectifs de favoriser l'acquisition ou le développement de savoirs (connaissances, habiletés, attitudes) en vue de l'exercice d'une tâche ou d'un emploi. (Legendre, 2005 : 684).

Mais, la cette recherche s'inscrit également, et surtout, dans les propos de Meirieu (2006) qui soutient l'idée du développement de compétences du formé, mais en ajoutant une dimension d'engagement du formateur à l'égard du formé. Il définit la formation comme « une forme particulière d'activité éducative, inscrite dans une perspective contractuelle, visant l'acquisition de compétences spécifiques et se donnant délibérément pour projet la progression maximale de chaque participant » (Meirieu, 2006: 2).

4.3 Le concept « environnement »

Selon Louis Goffin (1999), le concept « environnement » est particulièrement difficile à cerner, tant son extension est grande depuis vingt-cinq ans. Il a donné lieu à

des confusions, des amalgames et des ambiguïtés. Lucie Sauvé (1992: 50) ajoute que « la notion d'environnement ne fait pas consensus chez les auteurs. ». Même que, selon elle, cette notion est floue et ambiguë et que « la majorité des définitions proposées sont imprécises. » (*Ibid.*) Pour illustrer cette imprécision, elle cite, une définition où l'environnement est défini comme « une réalité globale et complexe. » (*Ibid.*)

4.3.1 Une pluralité de représentations

Selon Sauvé (2000), une exploration sommaire de la littérature permet de constater qu'il existe au sein des populations une diversité de représentations de l'environnement. Une telle diversité témoigne de la complexité du concept d'« environnement », mais aussi de la diversité des approches et des modes de relation à ce dernier.

Sauvé (2002) présente une typologie de sept représentations complémentaires de l'environnement :

L'environnement - nature (à apprécier, à respecter, à préserver). À l'origine des problèmes socio-environnementaux actuels, il y a cette rupture fondamentale entre l'humain et la nature, qu'il importe de colmater. Il faut reconstruire notre lien d'appartenance à la nature, ce flux de vie auquel nous participons. L'éducation relative à l'environnement invite également à explorer les liens étroits entre identité, culture et nature, à prendre conscience qu'à travers la nature, c'est une partie de notre propre identité humaine que l'on retrouve, de notre identité de vivant parmi les vivants. Il importe aussi de reconnaître les liens entre la diversité biologique et la diversité culturelle, et d'apprécier cette diversité « bioculturelle ».

L'environnement - ressource (à gérer, à partager). Il n'y a pas de vie sans cycle des ressources: matière et énergie. L'ERE implique une éducation à la conservation, à la consommation responsable et à la solidarité dans le partage équitable au sein des sociétés, entre celles-ci, et entre les sociétés actuelles et celles de demain. Il s'agit de gérer les systèmes de production et d'utilisation des ressources communes, de

même que les systèmes de traitement des déchets et rejets. L'ERE intègre une véritable éducation économique: ce n'est pas de « gestion de l'environnement » dont il est question, mais de plutôt de la « gestion » de nos propres entreprises et conduites individuelles et collectives à l'égard des ressources vitales puisées dans l'environnement.

L'environnement - problème (à prévenir, à résoudre) fait appel au développement d'habiletés d'investigation critique des réalités du milieu de vie et de diagnostic des problèmes qui s'y posent. Il s'agit d'abord de prendre conscience que les problèmes environnementaux sont essentiellement associés à des questions socio-environnementales liées à des jeux d'intérêt et de pouvoir, et à des choix de valeurs. Et puis, l'ERE invite à l'exercice de la résolution de problèmes réels et à la mise en oeuvre de projets visant à les prévenir. Le développement de compétences en ce domaine serait de nature à renforcer le sentiment de pouvoir-faire quelque chose, qui peut stimuler à son tour l'émergence d'un vouloir-faire.

L'environnement - système (à comprendre, pour mieux décider) peut être appréhendé par l'exercice de la pensée systémique: par l'analyse des composantes et des relations de cet « écosocio- système » qu'est l'environnement (selon l'expression de Louis Goffin, 1999), on peut accéder à une compréhension d'ensemble des réalités environnementales et disposer ainsi des intrants nécessaires à une prise de décision judicieuse. C'est ici qu'intervient fondamentalement l'éducation écologique: apprendre à connaître sa « maison de vie » dans toute sa diversité, sa richesse, sa complexité; apprendre à définir sa « niche » humaine dans l'écosystème global et apprendre enfin à la combler adéquatement. Dans une perspective systémique, l'ERE invite aussi à reconnaître les liens entre l'ici et ailleurs, entre le passé, le présent et l'avenir, entre le local et le global, entre les sphères politique, économique et environnementale, entre les modes de vie, la santé et l'environnement, etc.

L'environnement - milieu de vie (à connaître, à aménager) est celui de la vie quotidienne, à l'école, à la maison, au travail, dans les transports, etc. Une première étape d'éducation relative à l'environnement consiste à explorer et redécouvrir son propre milieu de vie, explorer l'« ici et maintenant » des réalités quotidiennes avec un regard neuf, appréciatif et critique à la fois; il s'agit aussi de se redéfinir soi-même et de définir son groupe social au regard des relations que nous entretenons avec le milieu de vie. Des projets

d'aménagement peuvent émerger, de façon à favoriser la convivialité, le confort, la sécurité, la santé, ou encore l'aspect esthétique des lieux. A travers l'exploration du milieu et la mise en oeuvre de projets, l'ERE vise ici à développer un sentiment d'appartenance, à favoriser l'enracinement. Le milieu de vie est le premier creuset du développement d'une responsabilité environnementale, ou l'on apprend à devenir des gardiens, utilisateurs et constructeurs responsables d'Oïkos, notre maison de vie partagée.

***L'environnement - biosphère** (où vivre ensemble et à long terme) nous amène à prendre en compte l'interdépendance des réalités socio-environnementales à l'échelle de cette planète, que James Lovelock invite à considérer comme un macro-organisme (Gaïa), en rééquilibre constant. C'est le lieu de la conscience planétaire, voire cosmique: la Terre comme une matrice de vie, ce jardin partagé qui nourrit l'univers symbolique de nombreux peuples autochtones. C'est le lieu de la solidarité internationale qui s'ancre dans une réflexion en profondeur sur les modes de développement des sociétés d'ici et d'ailleurs. On y trouve un contexte privilégié pour mettre à profit l'interface entre l'ERE et l'éducation au développement.*

***L'environnement - projet communautaire** (où s'engager) est un lieu de coopération et de partenariat pour réaliser les changements souhaités au sein d'une collectivité. Il importe d'apprendre à vivre et à travailler ensemble, en « communautés d'apprentissage et de pratique ». L'environnement est un objet partagé, essentiellement complexe: seule une approche collaborative favorise une meilleure compréhension et une intervention plus efficace. Il faut apprendre à discuter, écouter, argumenter, convaincre... en somme, à communiquer efficacement à travers un dialogue de savoirs de divers types: savoirs scientifiques, savoirs d'expérience, savoirs traditionnels, etc. L'ERE introduit ici l'idée de praxis: l'action est associée à un constant processus de réflexion critique. L'éducation à la démocratie, pivot de l'éducation à la citoyenneté, devient essentielle. Les aspects politiques des réalités socio-environnementales sont mis en évidence.*

À la lumière des présupposés théoriques basés sur le paradigme socioculturel symbiosynergique de Bertrand et Valois (1999), présenté au début de ce quatrième chapitre, la typologie de Sauvé (2002) convient comme élément du cadre théorique de

cette recherche, car elle témoigne des diverses facettes du concept « environnement » et de la relation à ce dernier.

4.3.2 Une pluralité de définitions

La diversité des représentations de l'environnement donne lieu à une multiplicité de définitions de ce dernier. Selon Sauvé (1997: 43), l'environnement est une réalité essentiellement contextuelle qui peut être définie en fonction des paramètres suivants :

- *la spécificité de l'être environné (l'environnement de quoi ? de qui ?) ;*
- *la perspective et l'objectif global (ou but) en fonction desquels cet environnement particulier est considéré.*

Ces deux paramètres déterminent à leur tour les trois suivants :

- *les composantes du milieu qui sont concernées ;*
- *le (ou les) type(s) d'interrelations à considérer (s'il est pertinent de ne porter attention qu'à certains types) ;*
- *les limites spatiales et temporelles du milieu.*

Tenant de classer certaines définitions de l'environnement, Sauvé (1992) constate, que ces dernières sont souvent présentées selon diverses perspectives. Ainsi, pour certains, l'environnement fait référence à des éléments naturels du milieu de vie, alors que pour d'autres, l'environnement se définit en fonction d'une dynamique relationnelle.

Cécile Fortin-Debart (2003), propose pour sa part la catégorisation suivante des définitions de l'environnement :

- Dans le cas d'une **représentation biocentrique**, les systèmes naturels sont privilégiés. La conservation, les connaissances et l'appartenance à la nature sont les principaux objectifs de cette approche qualitative de la nature.
- Dans le cas d'une **représentation anthropocentrique**, ce sont les systèmes sociaux qui sont privilégiés. Les entités naturelles ne sont alors considérées que par rapport à leur valeur instrumentale. La qualité de vie, l'utilité socio-économique et la défense d'un patrimoine culturel sont les principaux objectifs de cette approche de l'environnement en termes de relations et d'usages.
- Dans le cas d'une **représentation sociocentrique**, ce sont les groupes d'individus qui sont considérés. L'environnement est alors centré sur les sociétés locales et leur contexte socioculturel.
- Dans le cas d'une **représentation écocentrique**, l'environnement est considéré comme un « éco-sociosystème » (selon l'expression de Goffin, 1999). Par conséquent, les systèmes naturels et sociaux sont dans une relation réciproque et dépendante. L'environnement est alors une coproduction de la nature et de l'être humain. Les principaux objectifs de cette approche de l'environnement sont l'expertise, la gestion, la réglementation et le développement durable.

Dans le cadre de cette recherche, et ce conformément aux présupposés théoriques adoptés dans cette recherche, c'est la définition de Sauvé (1997: 46) qui sera retenue :

L'environnement est une réalité essentiellement contextuelle qui ne peut être défini qu'en fonction du contexte où il est envisagé. Dans le contexte de l'éducation relative à l'environnement, l'environnement correspond à l'ensemble des éléments biophysiques du milieu de vie qui interagissent avec les êtres vivants de ce milieu. Cet environnement concerne toutefois particulièrement l'être humain parce que celui-ci est à l'origine de la plupart des problèmes environnementaux actuels et que ces derniers lui portent ou lui porteront atteinte de façon dramatique. De plus, l'être humain est le plus souvent responsable de ces problèmes et il détient un pouvoir-faire relatif à leur résolution. Cet environnement est donc en étroite interrelation avec toutes les autres dimensions de l'environnement humain global : environnement politique, économique, culturel, technologique, etc.

4.4 Les concepts « science » et « technologie »

Les concepts de *science* et de *technologie* présentent certaines similarités théoriques, axiologiques et pratiques. Selon Annie Savard (2004: 5), « certains auteurs les différencient significativement alors que d'autres les fondent l'un dans l'autre. Tous cependant reconnaissent des liens étroits entre les deux concepts. » C'est pourquoi, les cadres théoriques associés à ces deux concepts seront abordés conjointement.

4.4.1 Des visions distinctes ou fusionnées

Plusieurs auteurs identifient des distinctions³⁶ claires entre les concepts de *science* et de *technologie*, tout en admettant certaines relations d'interdépendance entre eux (Vidal, 1980; Sminorv, 1983; Staudenmaier, 1985; Kranakis, 1992; Kroes et Bakker, 1992; Thouin, 1999; Niadas, 2000; Pitt, 2000; Peters et Gega, 2002; Poser, 2002). Par exemple, Peters et Gega (2002), dans une vision issue du courant Science-Technologie-Société (STS) de l'enseignement des sciences, voient des distinctions évidentes entre les deux concepts lorsqu'ils proposent l'analyse des composantes *Science*, *Technologie* puis *Société* d'une problématique.

Néanmoins, d'autres auteurs ne dissocient les concepts de *science* et de *technologie* que par le nom. C'est le cas du *National Research Council* (1994) des États-Unis ou du groupe *La main à la pâte* (1996: 19) en France : « Précisons qu'ici, sous le terme « science de la nature », nous entendons aussi bien les sciences que les techniques et employons le même terme pour désigner l'ensemble. »

Pour sa part, Gérard Fourez, à propos de l'idée d'« alphabétisation scientifique et technique » (1994), considère que choisir entre les similitudes et les différences entre science et technologie est une décision éthico-politique puisqu'elle implique des choix stratégiques face à des objectifs de société. Ce dernier ajoute : « La question serait plutôt de voir quand, pourquoi, en vue de quoi, et dans l'intérêt de qui, on va, à

³⁶ La section 4.4.2 précise ces distinctions.

certains moments, privilégier leurs similitudes, et à d'autres leurs différences. » (Fourez, 1994: 34). Il affirme également que les sciences et les technologies « auraient comme objectifs la recherche d'inventions-découvertes. La « vérité » des sciences comme celle des technologies se fonderait dans leur possibilité d'action contrôlée dans le monde : leur différence ne serait donc pas tellement grande. » (*Ibid.*). Fourez (1994: 46) considère donc que les sciences et les technologies n'ont pas à être distinctes l'une de l'autre et suggère une alphabétisation unique et globale, car « les savoirs, qu'ils soient technologiques ou scientifiques, sont des productions humaines, par et pour des humains ».

Pour d'autres auteurs (Beane, 1997; Weeks, 1997), la science et la technologie sont deux concepts qui font partie d'un tout et qui doivent être enseignés conjointement, sans distinction : la technologie est ici perçue comme activité humaine au même titre que la science et non pas comme une simple utilisation d'outils. Ainsi, Bruno Latour (1989) utilise le terme *technosciences* pour décrire tous les éléments liés aux contenus scientifiques et qui forment un réseau d'actants humains et non-humains.

Dans le cadre de cette thèse, semblent pertinents les propos des auteurs (Beane, 1997; Fourez, 1994; Latour, 1989 ; Weeks, 1997) qui soulignent les convergences des dimensions sociales, éthiques, politiques et pratiques inhérentes aux concepts de science et technologie.

D'un autre côté, il conviendra de reconnaître suffisamment de distinctions de manière à pouvoir présenter, définir et expliciter séparément les champs d'intervention éducative de l'ERS, de l'ERT et de l'ERE, pour ensuite présenter un modèle éducationnel clair et cohérent de leur intégration. Cette position est notamment justifiée par les idées présentées au chapitre 2, dans lequel on présente les difficultés d'arrimage de ces trois champs d'intervention ayant des visées et de valeurs distinctes. En ayant adopté une vision fusionnée, comme la vision technoscientifique

de Latour (1980), il aurait été impossible d'expliciter spécifiquement le champ d'intervention de l'éducation relative à la technologie ou celui de l'éducation relative aux sciences.

Par conséquent, plutôt qu'adopter la position technoscientifique, cette recherche s'inscrit davantage dans les propos de Guay (2004 : 246) qui souligne que « la science et la technologie constituent deux systèmes de connaissances et d'activités distincts et interdépendants ».

4.4.2 Une pluralité de conceptions

Dans ses travaux récents, Marie-Hélène Guay (2004) a mené une recherche de clarification théorique concernant les concepts de *science* et de *technologie*. Elle soutient que « quatre grandes acceptions de chacun de ces concepts se dégagent des écrits. La science et la technologie sont respectivement envisagées comme formes d'activités, comme formes de connaissances et comme produits » (Guay, 2004: 133).

Science et technologie, des formes d'activités

Guay (2004) souligne tout d'abord que plusieurs auteurs (Bunge, 1983b; Mitcham, 1994; Pitt, 2000) définissent la science et la technologie comme des formes d'activités. « La science s'attarde à l'examen, tel quel, des différents objets ou phénomènes du monde naturel, social et humain alors que la technologie s'intéresse à ces différents objets dans une optique de transformation. » (Guay, 2004: 133-134). Dans la même idée, le ministère de l'Éducation du Québec (2001: 144) ajoute que la science s'attarde à l'étude « d'un ensemble de phénomènes naturel en vue de décrire et d'expliquer le monde [...], et que la technologie cherche à modifier le monde et à l'adapter aux besoins des êtres humains. »

Pour Kasprzyk (1973, dans Guay, 2004: 133), « la science comme la technologie correspondent à une forme spécifique d'activité de l'être humain ». Mitcham (1994,

dans Guay, 2004: 133) ajoute que « la science correspond à une activité de production de connaissances sur le monde naturel, social et humain alors que la technologie constitue une activité de transformation de ce monde naturel, social et humain ». Fin de caractériser la science et de la technologie comme formes d'activités distinctes, le tableau 4.4 présente une synthèse élaborée par Marie-Hélène Guay (2004).

En cohérence avec les présupposés théoriques de cette recherche, une vision plus anthropocentrique de la science et la technologie, celle de l'humain qui est en interaction avec son milieu, semble plus pertinente. À cet effet, plusieurs auteurs (Pitt, 2000, dans Guay, 2004: 134) soulignent que « la science a pour objet le réel, la nature ou le monde alors que la technologie prend pour objet les interactions entre l'être humain et le réel, la nature ou le monde. »

Par ailleurs, il est pertinent de mentionner qu'il existe diverses conceptions qui tendent à confiner les sciences à des activités théoriques et la technologie à des activités pratiques. C'est le cas par exemple de la définition de Toussaint *et coll.* (2001: 229) qui soutiennent que « la technologie place l'accent sur la recherche de solutions aux problèmes pratiques plutôt que sur l'acquisition de connaissances. ». Comme le soulignent Fensham (1990) et De Vries (2000), la vision selon laquelle technologie est réduite à l'idée d'une simple application de connaissances et de méthodes scientifiques est très répandue.

Plusieurs auteurs (Hacker, 1988; de Vries, 1994; Naughton, 1994; Black, 1998; Pitt, 2000; Jarvinen, 2001) insistent sur le fait que cette idée constitue une conception dépassée et mérite d'être corrigée. Ils ajoutent que même en ayant un objet d'étude pratique, la technologie développe, théorise et conceptualise de nouveaux savoirs qui peuvent être de nature théorique. Ils concluent alors que la technologie comporte une finalité, des savoirs, des théories, des pratiques et des approches qui lui sont propres.

Tableau 4.4
La science et la technologie comme formes d'activités distinctes
 (Guay, 2004 : 139-140)

La science ...	La technologie ...
<ul style="list-style-type: none"> • est une forme d'activités de production de connaissances sur le monde naturel, social et humain; • aborde, tel quel, un objet d'études ou un phénomène; • vise une meilleure compréhension du monde naturel, social et humain; • est finalisée en fonction de valeurs établies par un individu ou par groupe particulier d'individus; • est de nature méthodique; • s'enracine dans des problèmes cognitifs; • utilise la connaissance scientifique et, possiblement, d'autres formes de connaissances; • implique une vérification directe ou indirecte, avec le réel, des produits qu'elle génère; • est de nature itérative; • peut soulever des questions éthiques et doit, lorsque c'est le cas, être soumise à des contrôles moraux et sociaux; • est soumise aux influences du contexte social, politique, économique et religieux. 	<ul style="list-style-type: none"> • est une forme d'activités de transformation du monde naturel, social et humain; • aborde un objet ou un phénomène comme un élément à modifier; • cherche à agir sur le monde naturel, social et humain de façon plus efficiente; • est finalisée en fonction de valeurs établies par un individu ou par groupe particulier d'individus; • est de nature méthodique; • s'enracine dans des problèmes pratiques; • utilise la connaissance technologique et, possiblement, d'autre formes de connaissances; • implique une vérification directe ou indirecte, avec le réel, des produits qu'elle génère; • est de nature itérative; • soulève nécessairement des questions éthiques et doit être soumise à des contrôles moraux et sociaux; • est soumise aux influences du contexte social, politique, économique et religieux.

Science et technologie, des formes de connaissances

Selon Guay (2004), il existe également une autre conception qui envisage la science et la technologie comme deux formes distinctes de connaissances (tableau 4.5).

Ainsi, en faisant référence à certains auteurs (comme Staudenmaier, 1985 ou Pop, 2002), Guay (2004: 142) souligne que « la connaissance scientifique est orientée sur la compréhension du monde alors que la technologie serait davantage en lien avec l'action sur le monde ». Dans cette perspective, elle cite St-Amant et Seni (1997) qui mentionnent que « la science pourrait constituer un système de connaissance substantiel et factuel tandis que la technologie référerait davantage à des connaissances pragmatiques et instrumentales » (Guay, 2004 : 143). Le tableau 4.5 présente une synthèse élaborée par Guay (2004) qui caractérise la conception de la science et de la technologie comme formes de connaissances distinctes.

Ainsi, dans le cadre de cette recherche, la définition suivante de Guay (2004 : 141) semble pertinente:

En tant que forme de connaissances, la science et la technologie correspondent à des solutions [...]. Les connaissances scientifiques concernent les objets et les phénomènes du monde naturel, social et humain alors que les connaissances technologiques concernent les actions finalisées et contextualisées de l'être humain sur le monde naturel social et humain.

Science et technologie, des produits

Guay (2004) insiste sur la nature de la « science » et de la « technologie » à titre de produits distincts (tableau 4.6). Cette auteure observe que la conception qui serait la plus répandue est celle d'une science plus théorique ou virtuelle et d'une technologie comme un produit tangible ou pratique. Dans sa synthèse, Guay (2004: 143) vient nuancer cette vision : la « science correspondrait à un produit de nature conceptuelle permettant de comprendre le monde naturel, social et humain. La technologie, comme produit, permettrait d'agir sur ce monde ».

Tableau 4.5
La science et la technologie comme formes de connaissances distinctes
 (Guay, 2004: 147-148)

La science correspond à un type de solutions ...	La technologie correspond à un type de solutions ...
<ul style="list-style-type: none"> ○ qui concernent les objets et les phénomènes du monde naturel, social et humain; ○ de nature descriptive qui visent à décrire, à expliquer, à refléter à comprendre les propriétés, les lois et les régularités des objets des phénomènes du monde naturel, social et humain; ○ générales, abstraites et idéalisées; ○ cumulables et transférables; ○ formalisées sur la base de concepts et de symboles spécifiques précis; ○ incluant des processus et des savoir-faire propres à les générer, lesquels visent l'abstraction et l'idéalisation et sont, en général rigoureux et applicables à grande échelle; ○ constituant le fruit et le moteur de l'activité scientifique. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ qui concernent les actions finalisées et contextualisées de l'être humain sur le monde naturel, social et humain; ○ de nature prescriptive qui permettent d'orienter la transformation du monde naturel, social et humain; ○ spécifiques, concrètes, finalisées et contextualisées; ○ cumulables et transférables; ○ formalisées sur la base de concepts et de symboles qui sont relativement spécifiques et précis; ○ incluant des processus et des savoir-faire propres à les générer qui veulent permettre d'approcher les systèmes concrets et qui apparaissent relativement rigoureux de même qu'applicables et milieu restreint; ○ constituant le fruit et le moteur de l'activité technologique.

Guay ajoute : « Alors que la science correspondrait à des propositions ou à des idées qui résultent de la recherche, la technologie serait en lien avec des objets, des organisations, des structures, des systèmes ou des designs permettant à l'humain d'agir sur le monde » (*Ibid.*).

Tableau 4.6
La science et la technologie comme formes de produits distincts
 (Guay, 2004 : 153-154)

La science ...	La technologie ...
<ul style="list-style-type: none"> ○ est un produit de nature conceptuelle qui permet de comprendre le monde naturel, social et humain; ○ a une fonction générale, c'est-à-dire celle de permettre une meilleure compréhension du monde naturel, social et humain; ○ est le fruit de l'activité scientifique et de la connaissance scientifique de même qu'elle peut contribuer au dynamisme de l'activité scientifique et à l'objectivité de la connaissance scientifique. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ est un produit de nature matérielle, immatérielle ou conceptuelle, caractérisé par une fonction spécifique, qui permet d'agir sur le monde naturel, social et humain; ○ a une fonction spécifique associée à un contexte spécifique et à des valeurs particulières; ○ est le fruit de l'activité technologique et de la connaissance technologique, de même qu'elle peut contribuer au dynamisme de l'activité technologique et à l'efficacité de la connaissance technologique.

D'autres auteurs (comme Guilhon, 1993; Seni, 1993; St-Amant et Seni, 1997; Pitt, 2000; Kroes, 2001, dans Guay, 2004) viennent ouvrir la définition de la technologie vue comme un objet matériel, en y ajoutant des dimensions conceptuelles et sociales. Ils associent la technologie des systèmes sociotechniques, à de l'information, à des designs, à des systèmes de communications et même à des théories technologiques. À ce sujet, Vidal (1980, dans Guay, 2004) ajoute que les objets technologiques ne sont pas exclusivement les résultats de connaissances essentiellement technologiques, tout comme les théories scientifiques qui ne sont pas seulement associées aux connaissances scientifiques. La plupart des objets ou des théories sont hybrides et vont à la fois résulter de connaissances provenant de la science et de la technologie.

Cette recherche adopte la définition suivante de Guay (2004: 154-155), qui présente la science et la technologie comme des produits distincts :

La science est un produit de nature conceptuelle qui permet de comprendre le monde naturel, social et humain; la technologie est un produit de nature matérielle, immatérielle ou conceptuelle caractérisé par une fonction spécifique qui permet d'agir sur le monde naturel, social et humain

Dans cette section du chapitre, nous avons donc pu caractériser et de définir les concepts de science et de technologie comme des formes de connaissances, d'activités et de produits et ce en fonction des travaux de Guay (2004).

En synthèse, la science est entendue comme « un système de connaissances, d'activités et de produits qui vise une meilleure compréhension du monde social et humain. » (Guay, 2004 : 247). Pour sa part, la technologie est définie comme « un système de connaissances, d'activités et de produits qui vise des actions finalisées efficaces sur le monde naturel, social et humain » (*Ibid.*).

4.5 Le concept « curriculum »

Le concept « curriculum » occupe une place centrale de cette recherche qui a pour but de proposer des fondements curriculaires. Ainsi, cette section explicitera d'abord ce concept pour ensuite définir ce qui est entendu par *fondement curriculaire*.

4.5.1 Une pluralité de conceptions

Il existe une confusion conceptuelle à l'égard du concept de curriculum. En effet, dans une recherche de clarification théorique exclusivement centrée sur ce concept, Micheline-Joanne Durand (1996: 75) mentionne que « même si une génération de chercheurs s'est penchée sur la problématique du curriculum, on peut toutefois constater l'absence d'unanimité quant à la définition même de cet objet ». L'auteure ajoute également que cette confusion ne se limite pas exclusivement à la seule

signification du terme curriculum, mais aussi à tout ce qui concerne le domaine de recherche qui y est associé.

Dans sa thèse, Durand (1996) soutient que neuf types de conceptions émergent des écrits analysés : le curriculum comme programme, comme pluralités d'expériences, comme contenu, comme ensemble, comme objet d'études, comme cours, comme plan, comme activité et comme organisation. Dans le cadre de cette recherche, il ne serait pas pertinent d'explicitier systématiquement chacune de ces conceptions. Néanmoins, le tableau 4.7 permet de constater que certaines de ces conceptions sont très générales alors que d'autres sont beaucoup plus spécifiques. Ce tableau, tiré de Durand (1996 : 96), les regroupe sur un continuum des plus larges aux plus étroites.

Évidemment, une définition pertinente du concept de curriculum ne doit être ni trop générale ni trop spécifique. Dans le cadre de cette recherche, les conceptions du centre du continuum sont probablement celles qui mèneront à une définition intéressante.

Cela dit, en cohérence avec les présupposés théoriques relevant du paradigme symbiosynergique associés à cette recherche, il importe de privilégier une vision assez large du concept de curriculum. On considère donc que les conceptions de *curriculum* comme « ensemble de (cours) », comme « cours », comme « programmes d'études » et comme « contenu » sont moins pertinentes puisque très spécifiques et trop centrées sur l'idée d'accumulation de savoirs à l'intérieur de programmes ou de cours. Ces conceptions font référence au paradigme éducatif rationnel (Bertrand et Valois, 1999), lequel paradigme est contesté au sein de cette recherche.

Les conceptions centrées sur les processus d'apprentissage de l'apprenant et sur celles qui englobent les finalités et les valeurs liées à la structuration, la planification d'un cours ou d'un programme sont donc plus pertinentes.

Tableau 4.7
Continuum des conceptions associées au concept de *curriculum*
 (Durand, 1996 : 96)

Du plus large...	« toute la vie »
	« toute l'éducation »
	« l'ensemble des expériences vécues par l'enfant »
	« système scolaire/éducatif »
	« processus scolaire »
	« un ensemble »
	« un plan »
	« un cursus »
	« tout ce qui se passe à l'école »
	« l'ensemble des expériences scolaires »
	« interactions entre les élèves et l'enseignant »
	« tout ce qui est offert [et planifié] »
	« l'ensemble des expériences d'apprentissage offertes »
	« l'ensemble des expériences d'apprentissage offertes sous les auspices de l'école »
	« programme d'études »
	« l'ensemble des cours offerts par un établissement scolaire »
	« le programme d'un établissement »
	« plan d'études »
	« regroupement, arrangement de certains cours »
	« les cours d'un domaine spécifique »
	« le contenu des cours »
	« l'ensemble des cours suivis par un élèves »
	« <i>syllabus</i> : sommaire de cours »
	« plan de cours »
	« un cours, une leçon »
... au plus étroit	

Ainsi, conviennent davantage les conceptions de curriculum comme « pluralité d'expériences », comme « activité », comme « comme plan » et comme « organisation ».

4.5.2 Une pluralité de définitions

Ayant abordé diverses conceptions du concept de curriculum, tentons d'en formuler une définition. À ce sujet, il convient de mentionner que dans son analyse approfondie de ce concept, Durand (1996) refuse d'en proposer une seule qui ne viendrait que s'ajouter aux centaines de définitions recensées. Elle propose donc une typologie des définitions selon leur caractère formel, conceptuel (théorique), opérationnel, génétique (leur genèse), structural (leur composition), fonctionnel (leur utilité), contextuel et étymologique. Ces types de définitions sont présentés au tableau 4.8 :

Tableau 4.8
Diverses définitions associées au concept de *curriculum*
(Durand, 1996: 107)

1.	Définition formelle : Subdivision de l'éducation qui se rapporte à la structuration des interactions entre les différents processus permettant la création d'un modèle global dans un système scolaire.
2.	Définition conceptuelle : Domaine de recherche et d'études qui concerne la situation actuelle et prospective d'un système scolaire afin d'en analyser les tendances lourdes et d'en définir les axes de développement.
3.	Définition opérationnelle : Ensemble structuré des opérations permettant l'élaboration de plans et de programmes d'études pour les écoles d'un système scolaire.
4.	Définition génétique : Infrastructure pédagogique résultante d'une volonté politique d'une région ou d'un pays de redéfinir le système scolaire selon de nouvelles orientations éducatives.
5.	Définition structurale : Le curriculum se compose d'un ensemble d'éléments interactifs organisés et structurés, de processus menant à l'élaboration, à l'implantation et à l'évaluation des programmes d'études.
6.	Définition fonctionnelle : Le curriculum favorise les conditions nécessaires à la continuité de l'expérience éducative. Il met en œuvre les programmes d'études spécifiques en déterminant les valeurs et les finalités de l'éducation qu'il désire poursuivre. Il régit et modèle la vie scolaire des élèves modifie ou privilégie tout aspect de l'école qu'il juge opportun.
7.	Définition étymologique : Du latin « <i>currere</i> » qui signifie un terrain ou un champ de courses, un hippodrome, ou la course elle-même.

En lien avec le positionnement précédemment effectué à l'égard des diverses conceptions du concept de *curriculum*, la définition formelle (1) et la définition fonctionnelle (6) sont jugées comme les plus pertinentes au cadre de cette recherche.

En effet, la définition formelle et relativement large est centrée sur l'idée de structuration des processus d'interactions entre les différents processus liés à un modèle global d'éducation. Aussi, la définition fonctionnelle semble intéressante puisqu'elle implique des éléments relatifs aux valeurs et aux finalités éducatives qui sont en lien avec une conception de l'éducation comme processus global et durable.

4.5.3 Le concept « fondement curriculaire »

Pour compléter la présentation des concepts centraux associés à cette recherche, il importe de présenter le concept de *fondement curriculaire*. Cette notion occupe une place prépondérante dans cette recherche, puisqu'elle vise à proposer des fondements curriculaires à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Le concept de fondement curriculaire est peu défini d'une manière formelle dans la littérature scientifique. Néanmoins, Legendre (2005: 679) mentionne que les fondements curriculaires sont « issus de données et de réflexions éducationnelles, historiques, philosophiques, politiques, psychologiques, sociologiques et d'autres disciplines contributives, présupposés essentiels sur lesquels repose ou s'érige une partie ou l'ensemble des bases d'un système d'éducation. ».

Legendre (2005: 680) ajoute que les fondements curriculaires « viennent préciser les concepts, les principaux modèles élémentaires, la problématique, les défis, les orientations, les axes de développement ainsi que les tendances lourdes qui pourraient servir à la conception ou au développement continu d'un curriculum. ».

Finalement, cet auteur souligne que les fondements curriculaires consistent en tout premier lieu en la précision des concepts en termes de terminologie, de vocabulaire et de modèles fondamentaux, sous forme d'énoncés de théories formelles. De plus, ces fondements comporteraient des éléments axiologiques tels les défis, les orientations et

les tendances lourdes. En somme, il s'agit des éléments théoriques, axiologiques et pratiques sur lesquels sont construits les curriculums.

Ainsi, pour en arriver à proposer des fondements curriculaires relatifs l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement, il faut développer un modèle éducationnel qui comporte des dimensions théoriques, axiologiques (présentés au chapitre 5) et praxéologiques (présentés au chapitre 6).

Enfin, comme l'objet de cette recherche a pour contexte le vaste mouvement des réformes éducatives en cours, il importe de définir et d'expliciter certains concepts qui sont reliés à ces réformes. La section suivante permettra de caractériser les nouveaux curriculums qui proposent, entre autres, un changement de paradigme, de nouvelles approches curriculaires (comme l'approche par compétence), de nouvelles approches pédagogiques et, la prise en compte des questions d'ordre éthique et des préoccupations environnementales. Cette section permettra également de définir et de différencier les concepts d'interdisciplinarité et d'intégration qui occupent une place centrale dans le modèle éducationnel que cette recherche vise à développer.

4.6 Les concepts associés aux nouveaux curriculums

« [Certains] programmes ne sont alors
que des *salmigondis épistémologiques*.
Les errances paradigmatiques de ces programmes d'études
ressemblent à de véritables
trompe-l'œil épistémologiques. »

Philippe Jonnaert (2001: 31)

L'école change au fil des décennies. Selon Philippe Perrenoud (2003), une réforme est la traduction d'une volonté de changement. Une réforme éducative serait une réponse à un constat de mauvaise qualité d'une éducation ne répondant plus aux exigences de la société ; l'école ne formerait plus adéquatement les élèves.

Pour d'autres (Boutin et Julien, 2000; Petrella, 2000; Legendre, 2002), le mouvement actuel des réformes en éducation serait un moyen susceptible d'augmenter la productivité et la compétitivité des sociétés de plus en plus soumises aux nouvelles lois du marché inhérentes à la mondialisation. Ces réformes auraient valorisé des approches éducatives pouvant leur garantir une main-d'œuvre qualifiée et compétente.

Quoi qu'il en soit, cette recherche s'intéresse au mouvement mondial des réformes éducatives et il apparaît important, dans cette dernière section du cadre conceptuel, d'explicitier les principaux concepts associés aux tendances curriculaires actuelles.

4.6.1 Le concept de « constructivisme » au fondement des nouveaux curriculums

Le mouvement actuel des réformes éducatives implique des changements de perspectives importants. Par exemple, un des changements les plus importants qui caractérise la réforme québécoise concerne le passage d'une perspective centrée sur l'enseignement à une perspective centrée sur l'apprentissage (Tardif, 2000).

En éducation, certaines écoles de pensée ont largement influencé et influencent encore les visions de l'enseignement et l'apprentissage. Par exemple, *L'école québécoise* (1979) se définissait comme behavioriste. Tardif (1997) souligne que dans cette école de pensée, le contenu est souvent morcelé en objectifs intermédiaires et l'atteinte de ces objectifs est souvent acquise par des exercices écrits. Cet auteur ajoute que l'évaluation est séquentielle et fréquente, et qu'elle est organisée en fonction d'une mesure de la performance des élèves. L'atteinte des objectifs intermédiaires permet l'atteinte d'objectifs terminaux, des objectifs généraux et, finalement, des objectifs globaux. Le béhaviorisme véhicule également l'idée que la connaissance est préexistante et qu'elle peut donc être transmise à un apprenant. Pour Jonnaert (2002), cette approche béhavioriste, dite comportementaliste, est davantage axée sur la reproduction des savoirs que sur leur appropriation ou leur construction en contexte.

Dans le mouvement récent des réformes en éducation, les nouveaux programmes adoptent souvent dans une perspective constructiviste. Par exemple, le nouveau *Programme de formation de l'école québécoise* (2001) se dit à la fois behavioriste et constructiviste : « Deux grands courants de la pensée, le behaviorisme et le constructivisme, ont marqué et marquent encore nos conceptions de l'apprentissage » (Gouvernement du Québec, 2001 : 5).

Savard (2004) souligne que l'épistémologie constructiviste est définie par de nombreuses théories³⁷. Cependant, le postulat du sujet qui construit ses connaissances³⁸ à partir de ses représentations et en fonction des situations et du contexte est commun à toutes ces théories à caractère constructiviste. Le sujet est actif et il apprend entre autres par une complexification conceptuelle (Larochelle, Desautels et Ruel, 1992). Dans certains cas, ses conceptions de départ sont ébranlées par un déséquilibre cognitif qui permet de remettre en question ses conceptions spontanées.

Cette recherche adopte une épistémologie constructiviste à la base du modèle éducationnel proposé. Cette école de pensée semble effectivement plus adaptée aux nouvelles réalités sociales et éducatives. Cette recherche adhère également aux propos de Jonnaert *et coll.* (2005) qui rappellent que l'argument central d'une épistémologie constructiviste est le primat absolu du sujet connaissant. La personne en situation, par son activité, *construit ses connaissances* à partir de son expérience propre, subjective et unique du monde réel. Ainsi, toute connaissance est spécifique à la personne et n'est jamais la copie conforme d'une réalité externe ; « chaque individu cherche à construire le monde en se construisant lui-même de manière à pouvoir s'y insérer et y adopter une position viable. » (Jonnaert, 2002 : 66).

³⁷ Par exemple, Savard (2004) mentionne le constructivisme radical de Von Glasersfeld (1985), le constructiviste écologique de Steier (1995) et le socioconstructiviste interactif de Jonnaert (2002).

³⁸ Jonnaert (2002) distingue les connaissances (patrimoine cognitif d'un individu) et les savoirs codifiés (contenu notionnel des programmes d'études et des manuels scolaires).

4.6.2 Le concept de « compétence »

Traditionnellement, les curriculums scolaires ont été surtout centrés sur une approche par objectifs. Aujourd'hui, on constate que la majorité des nouveaux curriculums adoptent une approche par compétence. Or, cette nouvelle stratégie curriculaire est loin de faire l'unanimité dans les communautés de chercheurs et de praticiens. Le concept de compétence est largement critiqué à travers les divers systèmes éducatifs dans lesquels ce dernier a été implanté (Jonnaert, 2002; Jonnaert et coll., 2005).

Plusieurs auteurs, présentés ci-dessous, présentent l'*approche par compétences* comme risquée, autant par l'absence de véritables réflexions sur ses fondements épistémologiques et théoriques, que par la mainmise annoncée d'une logique marchande et économique qui sévit sur le monde de l'éducation.

En effet, Ropé et Tanguy (1994) resituent l'apparition de ce concept en éducation dans un contexte sociopolitique beaucoup plus vaste, dépassant largement le cadre du curriculum scolaire. Ces auteurs retracent l'impact des mondes de l'entreprise et de celui d'une politique libérale sur le choix d'imposer une logique de compétences à différents programmes scolaires. Bronkart et Dolz (2002) montrent par ailleurs l'urgence d'une redéfinition d'un projet politico - éducatif global, précisant clairement des finalités ne se réduisant pas à une allégeance à la logique de marché.

Selon Jonnaert (2002), le choix de se référer à une logique de compétences pour le développement des programmes d'études n'est pas gratuit. Il ajoute que ce choix

[...] répond à une pression politique évidente. De tout temps, l'école a cherché à répondre aux attentes sociales de son époque. Il n'en était pas autrement de la pédagogie par objectifs caractérisant les anciens curriculums. L'approche taylorienne de l'organisation du travail en entreprise, consiste à rendre séquentielles les tâches des travailleurs.

En effet, Jonnaert et coll. (2005) établissent un lien direct entre cette approche industrielle, et le découpage des contenus des anciens programmes en de multiples micro-objectifs, permettant ainsi à l'école de préparer les étudiants à une forme morcelée du travail.

Le Boterf (2001: 26) établit également un lien entre cette vision du travail en entreprise et le courant de la pédagogie par objectifs :

[...] ce courant offrait à l'école la possibilité de développer des approches cohérentes avec les attentes sociales du moment. Les enseignantes et les enseignants programmaient également leurs activités selon une logique, une technique et une terminologie largement influencées par cette pédagogie.

Ainsi, le système éducatif dans son ensemble s'inscrivait dans une perspective comportementaliste, dont la logique était largement influencée par le monde de l'entreprise et des valeurs de rentabilité. Taylorisme et comportementalisme ont donc fortement inspiré le courant de la pédagogie par objectifs qui a dominé pendant plusieurs décennies le monde de l'éducation, particulièrement celui d'Amérique du Nord et du Québec.

Aujourd'hui cependant, l'approche par compétence n'est pas exclusivement le fruit d'un agenda politique visant essentiellement la formation de citoyens efficaces et rentables. En effet, plusieurs auteurs ajoutent (Le Boterf, 2001; Perrenoud, 2002; Jonnaert, Barrette, Boufrahi et Masciotra, 2005) que l'approche par compétence s'inscrit aussi dans un contexte social différent, incluant une complexité des nouvelles situations professionnelles et qui nécessite que l'éducation se dégage de l'approche stricte d'une pédagogie par objectifs.

Pour ce qui est de définir la notion de compétences, Jonnaert (2002) affirme d'entrée de jeu que les définitions sont aussi diversifiées que les théories éducatives à l'intérieur desquelles elles s'inscrivent. Malgré des prises de position quelque peu

divergentes (Perrenoud, 1997; Boutin et Julien, 2000; J. Tardif, 2003; Legendre, 2005; Jonnaert, 2002), un certain consensus semble néanmoins entourer une définition *globale* de ce concept.

Tel que présenté au tableau 4.9, Jonnaert (2002) mentionne que plusieurs auteurs proposent une définition très large du concept de compétence. Par exemple l'OCDE (2000 :15) considère que la compétence est « la capacité de faire quelque chose ». Jonnaert (2002) souligne que d'autres auteurs retiennent plutôt des définitions plus précises. Celle de D'Hainaut (1988) fait par exemple référence « à un ensemble de savoirs, de savoir-faire et de savoir-être qui permet d'exercer convenablement un rôle, une fonction ou une activité » (D'Hainaut, 1988, dans Jonnaert, 2002: 31). D'autres chercheurs approchent de façon précise le concept de compétence en le dissociant de concepts proches, tel celui de capacité avec lequel la compétence est souvent confondue.

Ainsi, le tableau 4.9 montre que pour Jonnaert, Lauwaers et Pesenti (1990), la compétence a un caractère global et celle-ci est issue de la combinaison d'un ensemble de ressources qui, coordonnées entre elles, permettent d'appréhender une situation pour y répondre de façon plus ou moins pertinente. Cependant, même si elle est intéressante par sa globalité, la définition globale de Jonnaert reste trop générale.

Cette définition décrit l'action d'une personne en situation et elle se situe surtout dans une approche « développementale », qui permet développer des compétences et de comprendre comment une personne peut gérer son action en situation. Malheureusement, il ne s'agit pas d'une définition « curriculaire », qui permettrait de disposer de normes et de balises pour la rédaction de programmes d'études.

Tableau 4.9
Comparaison de différentes définitions du concept de compétence
(Jonnaert, 2002: 31)

Une compétence	D'Hainaut, (1988)	Raynal et Rieunier (1997)	Gillet (1991)	Jonnaert, Lauwaers et Pesenti (1990)	Perrenoud (1997)
Fait référence à un ensemble d'éléments	Des savoirs, des savoirs faire et des savoirs-être	Des comportements	Un système de connaissances, conceptuelles et procédurales	Des capacités	Des ressources
Que le sujet peut mobiliser	(non précisé)	Ces comportements sont potentiels	Ces connaissances sont organisées en schémas opératoires	Ces capacités sont à sélectionner et à coordonner	Ces ressources sont mobilisables
Pour traiter une situation	Traitement des situations	Une activité complexe	L'identification d'une tâche-problème et sa résolution	La représentation de la situation par le sujet	Un type défini de situations
Avec succès	« exercer convenablement un rôle, une fonction ou une activité »	« exercer efficacement une activité »	« une action efficace »	« répondre plus ou moins pertinemment à la sollicitation de la représentation de la situation »	« agir efficacement »

Cependant, même si elle est intéressante par sa globalité, la définition globale de Jonnaert reste trop générale. Elle décrit l'action d'une personne en situation et elle se situe surtout dans une approche « développementale », qui permet de comprendre comment une personne peut gérer son action en situation et développer des compétences. Malheureusement, il ne s'agit pas d'une définition « curriculaire », qui permettrait de disposer de normes et de prescrits indispensables à la rédaction des programmes d'études.

Selon Perrenoud (1997), les chercheurs en éducation ont permis au concept de compétence, au fil de leurs recherches, de se dégager des ambiguïtés initiales et de se

stabiliser. Ceux-ci suggèrent une approche cohérente de ce concept, qui laisse aux apprentissages scolaires la latitude de se dégager d'une stricte pédagogie comportementaliste par objectifs. Mais cela ne peut se réaliser sans un ensemble de précautions indispensables. Jonnaert (2002: 34) affirme :

[...] qu'après plus de cinq décennies de règne quasi absolu sur l'univers de la pédagogie, un courant aussi puissant et universel que ne le fut celui de la pédagogie par objectifs, ne peut, du jour au lendemain cesser toute influence.

C'est cependant dans ce contexte que se situent les réformes curriculaires actuelles qui, non seulement, adoptent une logique de compétences, mais s'inscrivent aussi dans une perspective constructiviste ou socioconstructiviste. Or, il y aurait un problème de cohérence interne à cet effet.

Ainsi, Jonnaert et coll. (2005) émettent certaines réserves à l'égard d'éventuelles ambiguïtés épistémologiques qui seraient liées une adhérence à plusieurs théories éducatives à l'intérieur d'un curriculum *par compétences*. Par exemple, les compétences décrites dans certains programmes de formation des maîtres aux États-Unis se situeraient dans des formations plutôt constructivistes (Hilbert, 1982, dans Jonnaert et coll., 2005). Or, ces programmes impliquent plus de 1000 compétences à développer. Une vision de la notion de compétence qui s'inscrirait plutôt dans une perspective constructiviste ne peut souscrire à une telle approche et s'en écarte par nature. Pourtant, soutiennent Jonnaert et coll. (2005), « de nombreux programmes d'études constructivistes formulent par la suite des compétences comme si elles pouvaient malgré tout se réduire à des objectifs opérationnels comportementalistes ». Ces derniers observent donc ce dérapage dans plusieurs des nouveaux programmes actuels.

Dans le cadre de cette recherche, bien que l'approche par compétence puisse être interprétée comme relevant d'un paradigme socioculturel industriel basé sur une

économie de marché, celle-ci est jugée comme pertinente compte tenu de la complexité croissante des réalités sociales, au-delà du monde du travail. Les propos de Jonnaert et coll. (2005) soutiennent ce choix

[...] une approche par compétences semble en mesure d'apporter un ensemble de réponses intéressantes aux attentes sociales actuelles. Des personnes pouvant appréhender globalement des tâches dans des situations complexes, sont de plus en plus recherchées. Une logique de compétences, bien orchestrée, laisse aux personnes une marge de manœuvre pour qu'elles mobilisent un pan de ressources appropriées et variées, et traitent les situations complexes auxquelles elles sont confrontées.

Néanmoins, en voulant développer un modèle éducatif concernant l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement, il importe de garder en vue que, comme l'observe Jonnaert (2002), le concept même de compétence n'appartient à aucun paradigme épistémologique en particulier et de façon exclusive. Il ajoute que ce concept peut être utilisé dans une perspective comportementaliste ou dans une perspective constructiviste, mais pas dans ces deux approches à la fois. Il soutient également que de prétendre se situer dans plusieurs perspectives à la fois entraîne irrémédiablement des incohérences épistémologiques.

De manière à répondre à la mise en garde de Jonnaert (2002), nous nous sommes assurés de prendre des décisions cohérentes avec l'épistémologie dans laquelle nous situons (épistémologie constructiviste) quand est venu le temps de proposer des balises praxéologiques à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

4.6.3 « Interdisciplinarité » et concepts connexes

Pour Fourez (1998; 2002), le cloisonnement disciplinaire caractéristique de la pédagogie par objectifs a certainement amené de l'ordre et de l'organisation dans les

curriculums, mais aussi une perte de sens. Selon Beane (1997), enseigner [les sciences] dans une approche disciplinaire se révèle aujourd'hui comme une fin en soi et non comme un moyen qui peut être utilisé pour résoudre des problèmes reliés à la réalité du jeune dans sa vie quotidienne. Fourez, Maingain et Dufour (2002 : 28) abondent dans ce sens en soulignant que « seule une nouvelle organisation des curriculums, mettant en réseau les savoirs et les compétences des différents champs disciplinaires, est susceptible de répondre aux exigences actuelles de nos sociétés. ».

Dans la même perspective, Lenoir et Sauvé (1998) ajoutent que l'interdisciplinarité permet le dialogue des savoirs et des méthodes disciplinaires autour d'un même objet. L'approche interdisciplinaire permet une prise de conscience de la complexité des objets de savoir, valorise la pluralité et la diversité des savoirs et des méthodes. Selon d'autres auteurs (Jacobs, 1989; Fogarty, 1991; Vars, 1991; Gherke, 1991; Lattaille-Démoré, 1992; Brandt, 1993; Legendre, 1993; Klein, 1998), un curriculum interdisciplinaire permettrait de relier et de contextualiser les apprentissages.

Pour d'autres encore, l'interdisciplinarité est justifiée par les théories psychologiques, qui affirment que chez l'enfant, plus que chez l'adulte, lorsqu'il entre en contact avec la réalité, c'est la perception globale qui précède l'analyse systématique ; l'interdisciplinarité a l'avantage de présenter les savoirs comme un « tout » (Boyer, 1983).

Pour tous ces auteurs, il semble que la compartimentation du savoir ne soit plus la meilleure des solutions afin de retrouver un sens de la globalité et de rendre signifiant les nouveaux curriculums de science ou de technologie.

Toutefois, Hasni (2005) identifie certains problèmes pratiques liés à cette tendance des curriculums vers l'interdisciplinarité. Il souligne surtout les travaux de Jacobs (Jacobs, 1989) qui a analysé des pratiques interdisciplinaires d'enseignants. Ce dernier a constaté que même si les enseignants ont de bonnes intentions lorsqu'ils

planifient des situations pédagogiques interdisciplinaires, certains problèmes de sélection des savoirs gâchent parfois le résultat final. Par exemple, Jacobs (1989) qualifie de *pot-pourri* certaines situations d'apprentissage où les unités d'apprentissage deviennent un simple échantillonnage décousu de savoirs en provenance de diverses disciplines. Cela occasionne un manque de visée commune claire, d'articulation et de contextualisation de certaines situations d'apprentissages.

En plus des problèmes soulevés par Jacobs (1989), Hasni (2005) fait référence aux constats de Lenoir et coll. (2000) qui évoquent deux autres problèmes avec la mise en oeuvre de l'interdisciplinarité³⁹. Premièrement, les pratiques interdisciplinaires étudiées se basent souvent sur des relations de dominance (« **relations hégémoniques** ») entre les matières : l'enseignement s'appuie essentiellement sur la matière reconnue comme la plus importante par l'enseignant. Ainsi, le rôle des autres matières se résume à un pur prétexte pour poursuivre les objectifs de la plus importante. Dans le deuxième cas, ces auteurs observent que les pratiques interdisciplinaires sont de nature « **pseudo-interdisciplinaire** » : l'identification d'un thème sert de prétexte et de seul fil conducteur à un enseignement cloisonné des matières scolaires retenues.

Malgré les problèmes pratiques qui viennent d'être soulevés, nous concevons que la perspective interdisciplinaire est un choix très pertinent pour le développement des nouveaux curriculums, et spécifiquement ceux de nature scientifique, technologique ou même environnementale. La perspective disciplinaire des anciens programmes par objectifs n'était plus adaptée aux nouvelles réalités sociales; rappelons que ces programmes ont été décrits au chapitre 1, comme décontextualisés et en perte de sens.

³⁹ Ces constats ont été effectués par des recherches sur l'enseignement au primaire, mais il est fort probable que ceux-ci soient transférables au contexte de l'enseignement secondaire.

4.6.3.1 Vers une définition de l'« interdisciplinarité »

Pour définir le concept d'interdisciplinarité, plusieurs auteurs (Lenoir, 1995, 1997; Jonnaert, 2002; Jonnaert, Barrette, Boufrahi et Masciotra, 2005) le mettent en relation avec l'idée de *disciplinarité* ou de *monodisciplinarité*. Selon Legendre (2005: 879), la monodisciplinarité se définit comme une « approche de l'enseignement centrée sur une seule discipline ou encore, une seule matière à la fois ». Dans le même sens, Lenoir (2003) définit le terme unidisciplinarité (qu'il considère comme synonyme à monodisciplinarité), comme le « recours à une seule discipline ».

C'est par l'idée de *mise en relation de plusieurs disciplines* que le concept d'interdisciplinarité peut être clarifié. Toutefois, cette idée n'est pas si simple. En effet, la mise en relation de plusieurs disciplines peut également faire référence aux concepts de pluridisciplinarité, de multidisciplinarité, de transdisciplinarité et de circumdisciplinarité (Germain, 1991; Fourez, Englebert-Lecomte et Mathy, 1997; Lenoir, 1997; Guay, 2004; Legendre, 2005) qu'il importe de distinguer entre eux. L'espace manque ici pour définir et caractériser ces concepts⁴⁰.

Le concept d'interdisciplinarité est présenté comme hautement polysémique (Klein, 1990, 1998). La tentative de classification des différentes conceptions de l'interdisciplinarité réalisée par Lenoir, Geoffroy et Hasni (2001) ainsi que par Lenoir et Hasni (2004) montre un foisonnement des significations données à ce concept.

Pour sa part, Lenoir (1997, 2003) souligne deux aspects à l'interdisciplinarité : au sens large, c'est une expression générique alors qu'au sens restreint l'interdisciplinarité fait référence aux interactions entre deux ou plusieurs disciplines portant sur leurs concepts, leurs démarches méthodologiques, leurs techniques, etc. En outre, en faisant référence aux fondements de l'interdisciplinarité, Lenoir (2003),

⁴⁰ Nous invitons le lecteur plus intéressé à consulter les écrits de Fourez, Maingain et Dufour (2002) qui établissent une différence claire entre ces concepts.

distingue 4 angles d'approches des champs d'opérationnalisation de l'interdisciplinarité : *scientifique, scolaire, professionnelle et pratique*. Pour lui, chacun de ces champs est caractérisé par une dimension organisationnelle qui lui est propre (recherche, enseignement, application).

Dans le cadre de cette recherche, seule l'interdisciplinarité scolaire sera traitée. En effet, cette dernière fait référence à la « mise en situation de plusieurs disciplines scolaires qui s'exercent à la fois sur les plans curriculaire, didactique et pédagogique » (Lenoir, 1996: 6-7). Les autres types d'interdisciplinarité sont jugés comme trop éloignés de l'objet de cette recherche.

Ainsi, dans cette perspective d'interdisciplinarité scolaire, Fourez, Maingain et Dufour (2002: 71) définissent l'interdisciplinarité comme « une véritable interaction entre deux ou plusieurs disciplines qui va au-delà d'une simple juxtaposition de points de vue ». Ils ajoutent que « la pratique de l'interdisciplinarité vise l'acquisition par les élèves d'une compétence interdisciplinaire » (*Ibid.*) qui concerne les apprentissages intégrant différents savoirs disciplinaires en fonction d'une problématique particulière.

Finalement, dans une perspective encore plus spécifique que l'interdisciplinarité scolaire, l'interdisciplinarité curriculaire consiste, selon Lenoir (1996: 12), en :

[...] la mise en relation de deux ou plusieurs disciplines scolaires conduisant à l'établissement de liens de complémentarité ou de coopération, d'interpénétration ou d'actions réciproques entre elles sous divers aspects (finalités, objets d'études, concepts et notions, démarches d'apprentissage, habiletés techniques, etc.). Cela en vue de favoriser l'**intégration**⁴¹ des processus d'apprentissage et des savoirs chez les élèves.

⁴¹ La section 4.6.3.2 viendra expliciter les sens multiples donnés au concept d'intégration. Alors que précédemment ce concept ferait principalement référence à l'intégration des matières, Jonnaert

Dans cette dernière définition, *l'intégration des apprentissages* semble une finalité à l'interdisciplinarité scolaire. Or le concept d'intégration est porteur de multiples sens (Legendre, 2005; Lenoir, 1991) et mérite qu'on s'y attarde davantage.

4.6.3.2 Le concept d'intégration

Selon Hasni (2005), les concepts d'interdisciplinarité et d'intégration sont liés entre eux au point qu'ils sont parfois pris comme des synonymes (également Kain, 1993 et Lederman et Niess, 1997, dans Hasni, 2005). Dans le cadre de cette recherche, une attention particulière est accordée aux travaux de synthèse effectués par Lenoir (Lenoir, 1995) et Hasni (2005) qui soutiennent qu'en lien avec le concept d'interdisciplinarité, le concept d'intégration peut être considéré sous trois perspectives.

Tout d'abord, l'intégration peut faire référence à l'idée « d'intégration des démarches d'apprentissage qui interviennent en tant que processus médiateurs dans le rapport d'objectivation qui s'établit entre l'apprenant et les objets d'apprentissage. » (Lenoir, 1995). Cette perspective ne sera pas développée davantage puisque l'idée d'objectivation des démarches d'apprentissage n'est pas directement en lien avec l'objet de cette recherche.

La deuxième perspective fait référence à l'intégration des savoirs et aux produits cognitifs résultant des apprentissages. Il s'agit des savoirs nouveaux acquis dans les différentes matières scolaires (Lenoir, 1995). Pour être plus significative, Hasni (2005) souligne que l'intégration des savoirs et des produits d'apprentissage doit s'appuyer sur les problématiques de la vie quotidienne (vie hors de l'école). Cette perspective rejoint celle du Conseil supérieur de l'Éducation du Québec, qui la définit comme un « processus par lequel un élève greffe un nouveau savoir à ses savoirs

(2002) évoque ici l'idée d'intégration des processus ou des savoirs dans la structure cognitive de l'apprenant.

antérieurs, restructure en conséquence son univers intérieur et applique à des nouvelles situations concrètes les savoirs acquis. » (Conseil supérieur de l'éducation, 1990: 5)

Cette perspective d'intégration des savoirs est jugée pertinente à cette recherche qui propose un modèle éducationnel dans lequel l'idée de signifiante des apprentissages occupera une place prépondérante. En effet, le chapitre 5 présente un modèle éducationnel comportant seize dimensions éducatives complémentaires. Parmi ces dimensions, plusieurs sont orientées autour de l'idée d'intégration des savoirs qui est facilitée par la signifiante et la contextualisation des situations d'apprentissage.

Finalement, le concept d'intégration renvoie à l'idée d'une approche, c'est-à-dire aux conditions mises en place par l'enseignant (les situations didactiques ou les stratégies, par exemple) pour favoriser l'intégration des apprentissages et des savoirs (Lenoir et Sauvé, 1998). On fait ici référence à l'idée d'intégration des matières. Selon le Conseil supérieur de l'éducation (1990), *l'intégration des matières* est une stratégie pédagogique qui vise à assurer l'enseignement d'une matière ou de plusieurs matières à travers l'enseignement d'une autre matière. Par exemple, les nouveaux programmes de *Science et technologie* de la réforme scolaire québécoise sont basés sur cette idée d'intégration des disciplines ou des matières puisque ces programmes proposent de mettre en relation les savoirs, les méthodes et les techniques issus des disciplines, de l'astronomie, de la biologie, de la chimie, de la géologie, de la physique et de la technologie (Gouvernement du Québec, 2001).

Dans le cadre du modèle éducationnel proposé au chapitre 5, la perspective de l'intégration des matières est également prépondérante. En effet, ce modèle est notamment orienté sur l'étude de phénomènes, de problèmes ou de problématiques qui concernent l'ERE, l'ERS et l'ERT. Une étude intégrée faisant appel à diverses

disciplines sous-jacentes permettra certainement une compréhension plus globale de l'objet à l'étude.

4.6.4 Les préoccupations environnementales au sein des nouveaux curriculums

Au chapitre 1, le concept de développement durable, concept souvent galvaudé, a été caractérisé et défini. À travers cette présentation, son adoption comme cadre de référence en éducation a également été questionné. Cette section permettra de se positionner plus explicitement sur les raisons qui expliquent le rejet du développement durable comme cadre de références pour la prise en compte des préoccupations environnementales à l'école.

En lien avec le cadre paradigmatique dans lequel s'inscrit cette recherche, une attention particulière sera accordée aux écrits de Lucie Sauvé. Celle-ci, à l'instar de plusieurs auteurs (Rist, 1996; Jickling, 1997a; Sachs, 1997; Jickling, 1998-1999b; Leff, 2000; Latouche, 2004), montre dans son analyse approfondie du concept de développement durable, que celui-ci ne peut pas être proposé et encore moins imposé à titre de finalité éducative. D'une part, l'*éducation au ou pour développement durable* pose de multiples problèmes (d'ordre conceptuel, éthique, culturel, etc.), d'autre part, il ne fait pas référence à un fondement éducationnel, mais souvent à un choix politique et contextuel de la part de certains acteurs sociaux (Sauvé, 2005).

4.6.4.1 Le concept « développement durable » dans les nouveaux curriculums

Tout d'abord, Sauvé (2000) soutient que le terme développement implique l'idée d'une trajectoire. Selon elle, l'expression *développement durable* ne spécifie ni l'objet, ni le sens de cette trajectoire : « Le plus souvent, l'analyse sommaire du discours montre qu'il s'agit de développement économique (uniquement ou prioritairement). »

Sauvé mentionne que paradoxalement, le flou conceptuel qui caractérise le concept de développement durable constitue justement la force (ou la faille, selon les points de vue) de la stratégie du développement durable. Ce flou fait en sorte que le concept peut devenir passe-partout.

Selon Wolfgang Sachs (1996, dans Sauvé, 2000), il y a trois perspectives selon lesquelles on peut envisager le développement durable :

- Dans la **perspective de la forteresse**, les peuples du Nord appréhendent les dangers de l'effet boomerang de la misère du Sud, et envisagent le développement durable, comme la viabilité de leur propre type de développement, à l'abri des menaces planétaires. Le Nord est salvateur et la forteresse ne pourra résister que si elle répand son modèle de développement.
- Dans la **perspective de l'astronaute**, la Terre entière devient un objet de gestion : seul un nouvel ordre mondial pourra sauver la Terre et poser les balises assurant la durabilité du développement.
- Dans la **perspective endogène**, l'économie de croissance menace les économies de subsistance : elle menace les bases de subsistance des humains et à long terme celle de la biosphère. Dans ce contexte, pour beaucoup de communautés, la « durabilité » ne signifie rien d'autre que la résistance au développement.

À la problématique conceptuelle de l'éducation au ou pour le développement durable s'ajoute, selon Sauvé (2000), une problématique éthique.

Le développement durable propose en effet la durabilité du développement lui-même, comme « finalité de l'humanité » (UNESCO-UNEP, 1988). Dans ce cadre-là, la durabilité est perçue comme la valeur suprême vers laquelle doivent converger toutes les autres valeurs, comme le respect, la solidarité, la responsabilité, etc. La relation à l'environnement devrait alors être subordonnée au développement économique : il n'y est question que de ne pas dépasser la capacité de support des milieux pour répondre aux besoins des sociétés de type occidentales actuelles et futures. La durabilité devient alors le fondement du système éthique des réformes éducationnelles proposées.

À l'instar de Bob Jickling (1994), Sauvé (2000) se questionne à savoir s'il est éthiquement acceptable d'« éduquer » en inculquant des choix prédéterminés surtout s'ils tendent vers un projet économique mondial :

Est-il éthiquement acceptable d'opérer une « refonte » de l'éducation autour d'une « éducation » pour le développement (économique), et de le souhaiter durable, dans nos sociétés où l'on n'a pas encore appris à être et où l'on n'a pas encore donné de sens à un tel développement ? Est-il éthiquement acceptable d'exporter et d'imposer le concept de développement durable auprès de populations actuelles et futures qui auraient possiblement d'autres cadres de référence à proposer ?

En réponse à ces critiques, Sauvé (2000) souligne que certains tenants de *l'éducation au ou pour le développement durable* commencent à remettre en question ces propositions dans le champ de l'éducation. Cette auteure signale que c'est en ce sens que la Centrale des Syndicats du Québec (1997, dans Sauvé, 2000) a remplacé l'adjectif durable par celui de viable⁴². Toutefois, comme le suggère Sauvé (2000) :

[...] la notion d'avenir peut apparaître moins problématique (ou moins économiciste selon la perspective de l'astronaute de Sachs), mais il n'en reste pas moins que le discours de l'avenir viable demeure centré sur la notion de développement durable qui « se nourrit à la fois des avertissements des défenseurs de l'environnement et des arguments des économistes en faveur du développement » (UNESCO, 1997 : 17). Ainsi, la notion d'avenir viable apparaît à de nombreux égards comme une nouvelle étiquette, pour un même produit éducationnel.

En plus de soulever une problématique conceptuelle et éthique, Sauvé (2000) voit également dans le développement durable une problématique culturelle. Elle s'appuie sur les propos de Annette Gough (1998, dans Sauvé, 2000) pour qui le concept de développement durable s'inscrit dans les visées d'une culture dominante, voire colonisatrice :

⁴² Cette proposition porte aussi le nom d'éducation pour la viabilité (*Education for a sustainable futur, Éducation for a sustainable world, Éducation for sustainability*).

L'insignifiance des arguments (associés à l'idée de développement durable) et l'arrogance de ceux qui les développent, soit des hommes blancs, de classe moyenne, éduqués et professionnels, se révèlent avec évidence. Nous devons encourager les gens à déconstruire ces arguments pour révéler les valeurs qui les sous-tendent et les perspectives qu'ils supposent. (Traduction libre)

À cet égard, Sauvé (2000) rapporte les propos de Sachs (1996) qui soutient que « l'assurance-survie que vise le développement durable, ne peut devenir un impératif dominant que dans une société qui ne peut s'empêcher de mettre continuellement à l'épreuve les limites de la nature. ». Sauvé (2000) souligne finalement qu'il est primordial que l'on n'impose pas aux populations du Sud les mêmes objectifs éducationnels que ceux du Nord.

Mais avant de se braquer tous azimuts contre tout ce qui porte le titre de *d'éducation au ou pour développement durable*, Sauvé (2000) rappelle qu'il ne faut pas confondre la prescription de *l'éducation au ou pour le développement durable* avec les propositions pédagogiques concrètes et les pratiques des éducateurs qui disent s'y inscrire.

Si divers problèmes se posent au niveau des fondements théoriques sous-jacents à la proposition de l'éducation pour le développement durable, les nombreuses pratiques qui s'inscrivent sous cette appellation montrent une réelle pertinence en regard des changements dans les pratiques d'enseignement et d'apprentissage. Pour beaucoup d'éducateurs, le développement durable consiste en un espoir de changement socio-environnemental, et, pour eux, le discours officiel a peu d'importance.

Ainsi, dans le cadre de cette recherche, et ce à l'instar de plusieurs auteurs (Rist, 1996; Jickling, 1997a; Sachs, 1997; Jickling, 1998-1999b; Leff, 2000; Sauvé, 2000; Latouche, 2004; Sauvé, 2005b), la proposition de *l'éducation au ou pour le développement durable* sera jugée comme offrant un cadre limité et discutable pour l'intégration des préoccupations environnementales à l'école.

À cause des problèmes conceptuels, éthiques et culturels qui le sous-tendent, il serait pertinent de se situer dans un tout autre cadre. En fait, la proposition qui apparaît comme la plus appropriée est celle de *l'éducation pour le développement de sociétés responsables*, telle que proposée par Sauvé (2000).

4.6.4.2 L'« éducation pour le développement de sociétés responsables »

À la recherche d'un cadre de référence où l'intégration des préoccupations environnementales trouverait une niche adéquate en éducation, les propositions de *l'Éducation pour le développement durable* et celle de *l'avenir viable* semblent problématiques et inaptes à offrir des fondements éducationnels appropriés à la prise en compte des préoccupations environnementales à l'école.

Comme alternative, Sauvé (2000) propose le cadre de *l'éducation pour le développement de sociétés responsables*. Cette proposition s'inspire, d'une part, du Traité des ONG (Conseil de la Terre, 1993) intitulée *L'éducation à l'environnement pour le développement de sociétés viables et une responsabilité globale* et, d'autre part, de la plate-forme proposée par la Fondation pour le progrès de l'Homme (FPH, 1997), intitulée *Pour un monde solidaire et responsable*.

Sauvé (2000) souligne que ces deux propositions ont en commun l'adoption du concept de l'éthique de la responsabilité et qu'elles prennent également en compte un des aspects fondamentaux de la crise contemporaine, soit la rupture du lien entre l'homme et la nature. Elle ajoute que ces propositions :

[...] intègrent les trois aspects de cette crise : le rapport des humains entre eux (au sein des sociétés et entre les sociétés) est le reflet du rapport de l'humain à la nature, et par conséquent les solutions ne peuvent être envisagées qu'en prenant en compte cette dynamique rétroactive.

Alors que les propositions d'éducation au développement durable et d'éducation à la viabilité sont centrées sur la viabilité ou la durabilité de l'espèce humaine (assurée par la croissance économique), cette proposition globale tend donc à élargir l'éducation vers des perspectives plus larges, comme celle la responsabilité à l'égard des autres espèces qui partagent les territoires revendiqués par l'humain.

Dans cette proposition, Sauvé (2000) distingue deux conceptions de la responsabilité : une conception étroite et une conception intégrale. « La conception étroite est associée à la prudence, au respect, à l'application de règles dans une perspective plutôt legaliste. Il s'agit d'une responsabilité de surface (*shallow responsibility*), qui est plutôt instrumentale ».

Quant à la « responsabilité intégrale » (*deep responsibility*), elle reconnaît l'union entre le sujet et l'objet, entre l'humain et la nature (la solidarité fondamentale). Une telle responsabilité « prend aussi en compte les liens entre l'être et l'agir (l'authenticité), de même que la contextualité des lieux et des cultures où s'exerce cette responsabilité » (*Ibid.*).

Finalement, comme le souligne Sauvé (2000), « l'éthique de la responsabilité semble plus apte à fonder un projet éducatif global que l'éthique de la durabilité ou celle de la viabilité ». Ainsi, même si la proposition de *l'Éducation pour le développement de sociétés responsables* reste à clarifier, cette dernière semble appropriée pour s'y référer dans le cadre du modèle éducationnel développé dans cette recherche.

4.6.5 Les concepts de « morale et d' « éthique » dans les nouveaux curriculums

Dans la perspective de l'adoption d'une éthique de la responsabilité, en lien avec l'intégration des préoccupations environnementales à l'école, il importe de clarifier les concepts fondamentaux de morale et d'éthique.

Selon Christiane Gohier (2005), l'éthique est maintenant une dimension incontournable de l'éducation. Cette auteure soutient que dans le cadre scolaire, les

enseignants sont de plus en plus appelés à prendre des décisions pédagogiques qui relèvent à la fois de la morale et de l'éthique.

Pour Michel Soëtard (2005), cet *engouement soudain* pour les questions morales et éthiques en éducation est une sorte de réponse *au rêve d'une science de l'éducation* qui a tenté de dégager des mécanismes, des principes ou des lois qui régiraient l'apprenant et son apprentissage. Celui-ci évoque l'idée d'un échec de l'éducation comme science, et souligne la tendance récente à intégrer les questions morales et éthiques par le retour à un certain courant humaniste en éducation. « L'éducation trouve dans la morale son lieu naturel d'action. » (Soëtard, 2005: 86).

Avant de traiter davantage de cette préoccupation pour l'éthique ou la morale en éducation, il convient de définir ces concepts. Or, comme le mentionne Milagros Chavez (2005: 168), la définition du terme éthique peut être une entreprise difficile. « Il s'agit d'un terme polysémique qui touche certaines dimensions fondamentales de l'humanité : les valeurs, les attitudes, les positions, les conduites, etc. ».

4.6.5.1 L'éthique et la morale

Chavez (2005) souligne que le mot éthique vient du grec *ethos* qui désigne les conduites ou les mœurs alors qu'en latin, la morale vient du terme *mores* qui traduit sensiblement la même signification. Pour Albert Jacquard (1997), les termes *morale* et *éthique* ont la même signification et il n'est pas nécessaire de les différencier. L'éthique et la morale seraient des mots synonymes désignant le nom de la science ou de l'étude philosophique qui s'occupe de l'action humaine en tant que devoir et qui a pour but de faire le bien.

Cependant, à l'instar de plusieurs auteurs (Chavez, 2005; Gohier, 2005; Ricoeur, 1991; Soëtard, 2005), il importe de distinguer les concepts de morale et d'éthique. Pour Gohier (2005), la morale a pris la signification de code de conduites admises et

pratiquées par un ensemble de personnes. De cette manière, le concept de morale « fait plus souvent référence aux systèmes de règles et des lois d'une société. Le terme d'éthique fait plutôt référence à l'étude et l'analyse des systèmes de valeurs se trouvant à la base des règles et des lois. » (Gohier, 2005 : 18).

Chavez (2005) ajoute que c'est dans cette perspective qu'Emmanuel Kant définissait, il y a de cela près de deux siècles, certains impératifs d'ordre moral. Il s'agissait de principes universels devant diriger les conduites dans la société. Selon Beauchamp (1991), ce sont ces attributs de fixes, universels et impératifs caractérisant le concept de morale qui ont graduellement conduit à sa dépréciation. Ce dernier ajoute que « face à ce concept chargé de mauvais souvenir, le mot éthique plaît davantage » (*Idem*: 90).

À ce sujet, Ricoeur (1995) ajoute que l'éthique s'inscrit « dans la vie bonne, avec et pour les autres, dans des institutions justes ». La morale est l'étape qui suit la réflexion éthique, celle qui cristallise sous forme de codes la pensée éthique. Ainsi, Chavez (2005: 158) souligne que « le principal objet de l'éthique est donc de dynamiser les impératifs et les interdictions de la morale à partir de l'intention éthique primordiale : le rapport entre la liberté de l'un, celle de l'autre et les règles sociales. ».

Pour Bob Jickling (1996), il existe une distinction entre l'éthique en tant que code et l'éthique en tant que processus. L'éthique en tant que code est un ensemble de valeurs (explicites ou implicites) qui guident les actions. L'éthique en tant que processus est plutôt associée à l'analyse et l'évaluation de certaines situations ou problématiques. Dans cette dernière perspective, on cherche les principes moraux qui guident les conduites dans le cadre d'une situation précise.

Enfin, pour Chavez (2005), cette distinction entre éthique en tant que code et éthique en tant que processus peut être associée à la distinction entre éthique et morale. En effet, l'éthique en tant que code peut être comprise comme étant la morale, alors que

l'éthique en tant que processus peut être mise en rapport avec une éthique qui analyse et critique des valeurs, des attitudes, et des conduites. Selon cette dernière, la morale est une prescription construite, alors que l'éthique est un processus évaluatif et constructif.

4.6.5.2 L'éducation à l'éthique et l'éducation à la morale

Ayant montré qu'il existe des différences entre la morale et l'éthique, il existe certainement des différences entre l'éducation morale et l'éducation éthique. Tel que stipulé précédemment, la morale s'explique généralement comme un système de codes et de normes. L'éducation morale s'intéresse donc à la transmission de ces codes et de ces normes. L'éducation morale « désigne souvent l'éducation à l'acceptation d'un code moral d'une société ou d'un groupe. » (Fourez, 1993: 60).

Aussi, comme l'éthique peut faire référence à une dynamique de réflexion sur nos valeurs et nos conduites, sur le bien et sur la façon de l'atteindre, l'éducation éthique peut se définir comme un processus d'incitation à cette dynamique réflexive chez les individus. Selon Chavez (2005: 163), « l'éducation éthique est une invitation à la réflexion sur les questions du bien et des bonnes actions : Qu'est-ce qu'il faut faire ? Pourquoi ? Qu'est-ce que je dois faire ? Qu'est-ce que je peux faire ? ».

Selon le Conseil supérieur de l'Éducation du Québec (1998), une telle éducation traverse le processus éducatif en général. Elle doit amener l'apprenant à développer une certaine compétence éthique. Le Conseil (1998: 9) définit cette compétence comme étant

[...] la capacité (continuellement en évolution) d'assumer une position responsable, de prendre des décisions et d'entreprendre des actions, sur la base d'une réflexion critique et contextuelle relative à nos propres valeurs et représentations, ainsi qu'à celles des autres.

Dans le cadre de cette recherche, l'éducation à l'éthique est perçue comme élément important à intégrer à un modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. À cet effet, la synthèse effectuée par Chavez (2005) est inspirante. Cette auteure explicite la notion d'éthique à travers les postulats suivants :

- *L'éthique est un acte de réflexion et de discussion sur les conduites, les attitudes et les valeurs, personnelles et sociétale ;*
- *L'éthique est en relation avec l'art de vivre (comme finalité), avec la liberté (comme condition de choix éthique), avec la rationalité (comme mode de construction) et avec l'existentialité (comme questionnement sur l'être) ;*
- *La réflexion et la discussion éthique se préoccupent du sens de la trajectoire humaine. Elles cherchent à donner une réponse aux questions suivantes : Qu'est-ce que je veux faire? Qu'est-ce que je peux faire? Qu'est-ce que je dois faire? Pourquoi fais-je ceci ou cela ?;*
- *Dans la sphère de la réflexion et de la discussion éthique, plusieurs dimensions de l'humanité sont étudiées, telles que les intentions, les attitudes, les valeurs, les conduites, les actions, les discours ;*
- *L'éthique est un processus critique d'évaluation de systèmes de valeurs, mais elle est aussi un processus de création, de production de nouveaux éléments pour l'action ;*
- *En tant que processus, l'éthique est pratique. Elle se base dans l'expérience et vise l'action ;*
- *L'éthique est un processus de la raison, mais elle est aussi en étroite relation avec les émotions, les représentations et les croyances ;*
- *Le processus de l'éthique est fondé sur la culture et le moment historique. Toute analyse éthique doit mettre en contexte ces deux dimensions.*
- *L'éthique peut (et doit) être à la fois un processus personnel et un processus collectif.*

(Chavez, 2005: 137)

4.7 Les notions de « modèle », d'« approche » et de « stratégie »

Pour conclure ce quatrième chapitre, il importe de définir et d'expliciter les notions de *modèle éducationnel*, d'*approche* et de *stratégie*. Ces dernières sont centrales dans la proposition d'un modèle éducationnel comportant deux volets : théorique (éléments formels et axiologiques présentés au chapitre 5) et praxéologique (approches et stratégies présentées au chapitre 6).

4.7.1 La notion de « modèle »

La notion de « modèle » demeure imprécise. Gauthier (1982, dans Chavez, 2005) constate qu'il n'est pas possible de circonscrire complètement ce concept. Selon ce dernier, l'usage qui en est fait est rarement guidé par des principes méthodologiques précis ou encore une épistémologie consciente. En dépit de ces difficultés, il est tout de même approprié de clarifier certains aspects de cette notion qui est centrale à cette recherche. Au sens général, Sauvé (1992: 136) soutient que la notion de modèle fait référence à trois significations particulières :

1. *Objet ou phénomène à reproduire. Par exemple, le modèle du peintre, le comportement d'un héros, un élève modèle.*
2. *Représentation utile d'un objet ou d'un phénomène existant. Par exemple, la maquette d'une ville ou l'organigramme d'une commission scolaire.*
3. *Représentation utile d'un objet ou d'un phénomène à reproduire. Par exemple, un plan (celui d'une maison, d'un aménagement scolaire), un prototype (d'avion, de fiche d'évaluation), un processus (comme une démarche de résolution de problèmes), etc.*

En lien avec la première signification, Legendre (2005: 892) définit la notion de modèle en faisant référence à un « idéal à atteindre par l'imitation d'un être ou un objet réel, ou par référence à un ensemble de caractéristiques à acquérir pour s'approcher d'un état de perfection. ». Il ajoute également que le modèle est un « guide de l'action et de la pensée ».

Selon cette conception, le modèle se trouve à l'origine de l'action. Le modèle serait exemple qui nous donne la marche à suivre. Mais Chavez (2005: 58) ajoute qu'un « modèle peut être aussi une représentation simplifiée, formalisée ou non, d'un objet, d'un processus ou d'un système ». Cette vision représente donc le produit synthétique d'une action de création.

Dans le cadre de cette thèse, le modèle éducationnel proposé répond à la fois au sens de modèle comme le produit synthétique d'une démarche créative, mais également à l'idée d'un modèle comme guide d'action.

Sauvé (1992: 137) mentionne qu'en sciences, un modèle est un instrument de recherche et de communication indispensable. Il correspond alors à l'une ou l'autre des définitions suivantes :

1. *Représentation utile d'un objet ou d'un phénomène existant ou possible (comme la structure hélicoïdale de la molécule d'ADN, l'apprentissage, l'influence des groupes de pression sur l'évolution des politiques);*
2. *Représentation utile d'un objet, d'un phénomène ou d'un processus à reproduire (comme une intervention thérapeutique, un mode de gestion d'une entreprise, une structuration didactique). Ce deuxième sens ne convient qu'aux sciences appliquées.*

Ces définitions correspondent aux deuxième et troisième sens de la conception générale présentée plus haut par Sauvé (1992).

Ce qui caractérise un modèle scientifique, c'est sa visée de contribution au développement de connaissances. Selon Legendre (2005), un modèle scientifique se présente d'abord comme une hypothèse globale qui vise la description, l'explication, l'interprétation, la prédiction ou la prescription d'une réalité. Cette hypothèse globale peut engendrer un ensemble d'hypothèses spécifiques concernant des aspects particuliers (composantes ou relations) de l'objet ou du phénomène étudié. La

vérification de ces hypothèses peut entraîner une modification voire même un rejet du modèle.

D'autres auteurs (Drouin, 1988; Rumelhard, 1988, dans Sauvé, 1992) soutiennent que le modèle peut aussi avoir pour objectif d'expliquer et de prédire. Certains modèles scientifiques sont souvent représentés par des images, des schémas ou des équations formelles.

Dans le cadre de cette recherche le modèle proposé a donc les fonctions suivantes :

- Définir : il cherche à cerner les divers lieux d'interactions entre les champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT ;
- Décrire : il cherche à exposer les diverses caractéristiques des champs d'intervention éducative concernés et leur lieu d'interaction ou de non interaction ;
- Prescrire : il suggère diverses pistes d'action et diverses mises en garde.

Rappelons que ce modèle consiste à proposer des fondements curriculaire  s à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

4.7.2 La notion de « modèle éducationnel »

Selon Legendre (2005: 903), un modèle éducationnel est « une représentation compréhensive du domaine de l'  ducation ». Pour Bertrand et Valois (1999), il s'agit d'une vision particulière de la situation éducative. En fait, toute pratique éducative répond à une certaine représentation de l'action d'  duquer. Celle-ci se fonde sur un paradigme éducationnel spécifique. Cette représentation se structure selon des schémas particuliers d'actions ayant une justification axiologique. Ces structures d'action éducative sont nommées modèles éducationnels.

Pour Sauvé (1992), l'action éducative se fonde sur un système plus ou moins cohérent et plus ou moins conscient des représentations de ce que doivent être des finalités spécifiques de l'éducation. Cette représentation est fondée sur un paradigme particulier. Ce caractère des modèles éducationnels nous amène à observer qu'ils sont souvent antérieurs à l'action éducative et qu'ils la déterminent. Cette affirmation est pertinente dans le sens où tout processus éducatif obéit (consciemment ou non) à des modèles. Sauvé (1992) présente également la notion de modèle éducationnel sous deux perspectives. D'un côté, il peut s'agir d'un modèle global qui concerne tous les aspects de l'éducation (sociaux, politiques, administratifs, pédagogiques, etc.). De l'autre, ce peut être un modèle général ou spécifique ayant trait à l'un ou l'autre des aspects de l'éducation.

En retour, Sauvé (1992) souligne que l'expérience de l'action peut également enrichir un modèle. Les modèles éducationnels peuvent donc correspondre à la systématisation d'une certaine expérience éducative.

Dans une perspective pédagogique de l'éducation, Sauvé (1992) souligne à l'instar de de Bertrand et Valois (1982) qu'un modèle éducationnel comporte généralement deux volets⁴³. D'une part, un volet théorique (éthique ou normative) qui implique une vision de l'être humain, de la société ou de l'éducation en général. D'autre part, un volet praxéologique (approches et de stratégies), qui présente les traits dominants des composantes de la situation pédagogique.

Dans le cadre de cette recherche, le chapitre 5 présentera donc le volet théorique (éléments théoriques et axiologiques) du modèle éducationnel proposé alors que le chapitre 6 en présentera le volet praxéologique (approches et stratégies).

⁴³ Bertrand et Valois (1982, 1999) font référence à l'idée de « dimension » plutôt qu'à l'idée de « volet ». Néanmoins, par souci de clarté, nous ferons ici référence à l'idée de volet puisque le modèle éducationnel proposé est construit à partir de « dimensions » éducatives.

4.7.3 Les notions d' « approche » et de « stratégie »

Pour Legendre (2005: 96), une approche est une « façon générale de percevoir les choses ou les idées, d'étudier une question, d'aborder un projet, de résoudre un problème ou d'atteindre une finalité. ». Cet auteur souligne également qu'une « approche s'appuie sur une ou plusieurs stratégies pouvant être agencées en alternatives possibles. L'approche est à la perception ce que la stratégie est à l'action » (*Ibid.*). Sauvé (1992) ajoute qu'une approche concerne les traits dominants des composantes de la situation pédagogique. L'approche apporte également des éléments d'information sur l'importance relative accordée à chacune des composantes de cette situation.

Ainsi, la notion de stratégie est directement en lien avec celle d'approche. Legendre (2005: 1260) la définit de manière générale comme « une manière de procéder pour atteindre un but spécifique. ». Dans une perspective pédagogique, cet auteur (2005 : 1261) ajoute que « définir la stratégie c'est déterminer quels actes, conformes à l'approche, permettent le plus efficacement l'atteinte d'un résultat valorisé. ».

Tel que mentionné précédemment, le chapitre 6 présente le volet praxéologique du modèle éducationnel proposé. Ainsi, il viendra clarifier les approches adaptées par le modèle et proposera des stratégies, cohérentes aux approches, qui permettront de le mettre en œuvre.

4.8 En synthèse

Dans ce chapitre, ont été explicités les éléments jugés essentiels du cadre conceptuel et théorique de cette recherche qui vise à proposer un modèle éducationnel d'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Ce cadre conceptuel a été construit à partir du processus d'anasyntèse. Il est en lui-même un modèle théorique relatif à la définition et la clarification des concepts centraux de cette recherche : *éducation, environnement, science, technologie, curriculum, fondement curriculaire*. De plus, on retrouve dans ce cadre conceptuel et théorique une définition et une clarification des concepts associés aux nouvelles tendances curriculaires : *constructivisme, compétence, intégration, interdisciplinarité* (et concepts connexes), ainsi que ceux liés à l'intégration de l'éthique (*morale et éthique*) et des préoccupations environnementales (*développement durable* et concepts connexes) à l'école. Enfin, les notions de modèle, de modèle éducationnel d'approche et de stratégies y ont été définies.

Cette explicitation des concepts centraux de cette thèse offre les assises au volet théorique (chapitre 5) du modèle éducationnel proposé dans cette recherche. Ce chapitre est organisé autour des concepts et des courants de l'éducation relative aux sciences, l'éducation relative à la technologie et l'éducation relative à l'environnement.

CHAPITRE V

VOLET THÉORIQUE DU MODÈLE ÉDUCATIONNEL

Après avoir défini les concepts-piliers de cette recherche, ce cinquième chapitre présente les principaux éléments théoriques de notre modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Dans un premier temps, seront définies et clarifiées chacune des composantes conceptuelles du modèle : éducation relative à l'environnement (ERE), éducation relative aux sciences (ERS) et éducation relative à la technologie (ERT). Il est pertinent de mentionner que les termes *éducation relative aux sciences* et *éducation relative à la technologie* constituent une nouvelle nomenclature qui est proposée suite aux réserves exprimées par certains auteurs quant aux appellations « éducation scientifique » et « éducation technologique ». Ces éléments théoriques sont les pierres angulaires sur lesquelles repose le modèle éducationnel.

Pour chacun des trois champs d'intervention éducative, seront ensuite présentés les courants identifiés comme des sources d'inspiration pertinentes pour construire une proposition de définition. Puis, seront proposées à tour de rôle les définitions de l'ERE, l'ERS et l'ERT, comme pièces maîtresses des fondements curriculaires du modèle à construire.

Ensuite, le volet théorique du modèle éducationnel est présentée sous la forme d'une matrice multidimensionnelle, où se croisent entre eux différents aspects de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT, dans la perspective de mettre en évidence les points de

convergence et les divergences entre ces dimensions, et de mieux les intégrer entre elles.

Les éléments théoriques proposés proviennent du croisement des propositions théoriques (éléments de théorie formelle, axiologique et explicative) de divers courants⁴⁴ jugés pertinents à l'intérieur des champs d'intervention éducative. Il convient de mentionner que cette proposition inédite a été construite selon une démarche spéculative, éclairée par l'analyse des écrits de divers auteurs

5.1 Fondements paradigmatiques du modèle

Tel qu'explicité au chapitre 4, cette recherche se situe dans le paradigme éducationnel inventif, associé au paradigme socioculturel symbiosynergique (selon la typologie de Bertrand et Valois, 1999). Ce paradigme est caractérisé par des valeurs et des lignes directrices qui influenceront le modèle éducationnel proposé.

Il est pertinent de rappeler ici que le paradigme socioculturel symbiosynergique est plutôt un contre-paradigme du paradigme socioculturel industriel. Dans cette vision, l'humain est un être en permanent devenir, toujours en apprentissage, en interaction constante avec les autres humains, avec les autres êtres vivants et avec la dynamique des écosystèmes. Bertrand et Valois (1999 : 57) soulignent que dans cette conception symbiotique de l'éducation :

[...] l'accent est mis sur la personne unique et en même temps unie à la communauté et à l'environnement; celle-ci se réalise à l'intérieur d'un tout. La société humaine et la nature forment un écosystème où chaque personne est amenée non seulement à prendre conscience de sa valeur en tant qu'agent de son épanouissement total, mais à prendre conscience de son

⁴⁴ Selon Legendre (2005 : 300), un courant est défini comme « un mouvement, un groupe de personnes qui partage une même idéologie, des finalités, des buts, et des valeurs similaires ainsi que des pratiques idoines, le tout constituant une vision éducationnelle globale, cohérente et particulière ».

appartenance et de son activité à l'intérieur de la totalité de la société ou des sociétés.

En ce sens, toute action de l'être humain comporte des conséquences globales sur l'environnement.

En cohérence avec les présupposés paradigmatiques clarifiés au troisième chapitre, le modèle éducationnel proposé vise à contribuer aux fonctions suivantes de l'éducation, tels que définies par Chavez (2005 : 69) :

- **Fonction générale** : ce modèle favorise une éducation dans laquelle l'être humain est considéré comme un être multidimensionnel et en devenir qui vit dans une relation d'interdépendance avec les autres humains, avec les autres êtres vivants et avec les écosystèmes en général.
- **Fonction épistémologique** : ce modèle défend l'idée d'une éducation comme encouragement à la construction des savoirs. Cette construction se réalise dans une double dimension : personnelle et sociale. La dimension personnelle est celle de la construction du sens par l'individu. La dimension sociale est celle de la construction du sens par le groupe. Ces deux dimensions, complémentaires et très imbriquées, s'influencent mutuellement.

5.2 Proposition d'une nouvelle nomenclature : ERE, ERS, ERT

À l'instar de Sammel (2000a), Thésée (2003) et Chavez (2005), nous considérons que les appellations « éducation scientifique » et « éducation technologique » sont problématiques. Elles sont jugées floues et imprécises. Qu'est-ce qu'une éducation dite « scientifique » (*science education*) ? Est-ce une éducation qui traite des sciences ou plutôt une éducation qui s'effectue dans une pratique inspirée de la démarche scientifique ? Qu'est-ce qu'une éducation dite « technologique » (*technological education*) ? Est-ce une éducation qui traite essentiellement de technologie ou bien une éducation articulée autour de la notion de besoin qui est si centrale dans la démarche technologique ? En ce sens, il conviendrait de préciser les appellations « éducation scientifique » et « éducation technologique » de manière à utiliser une

nomenclature claire qui représente bien le caractère polysémique des termes en question.

Dans un tout autre contexte, mais dans la même ligne de pensée, Arthur M. Lucas (1979) a relevé un tel problème de nomenclature relativement au concept anglophone de « *environmental education* » (éducation environnementale). Encore aujourd'hui, cette problématique est soulevée dans la documentation anglo-saxonne. Afin de résoudre l'ambiguïté et de couvrir toute forme d'éducation qui a trait à l'environnement (entre autres, l'*éducation au ou pour le développement durable*), Paul Hart (2003) propose l'appellation « environment related education ». Tel que signalé par Sauvé (2005), cette formulation présente une ressemblance évidente avec la terminologie francophone proposée par l'Unesco (1976) « éducation relative à l'environnement ».

5.2.1 L'éducation relative à l'environnement (ERE)

Au regard des interrogations soulevées par l'imprécision de l'appellation « éducation environnementale », l'appellation francophone « **éducation relative à l'environnement** » (ERE) semble donc plus appropriée puisque qu'elle tient compte de la nature polysémique du concept : toute forme d'éducation qui a trait à l'environnement. Cette polysémie a d'abord été mise en évidence par Lucas (1980-81, dans Sauvé, 1997: 18), qui identifie trois principales conceptions de l'éducation relative à l'environnement : une « éducation *au sujet de* l'environnement », une « éducation *pour* l'environnement » et une « éducation *dans* l'environnement » :

- *L'éducation au sujet de l'environnement, axée sur le contenu : il s'agit de l'acquisition de connaissances relatives à l'environnement et des habiletés requises pour acquérir ces connaissances. L'environnement est objet d'apprentissage ;*

- L'éducation **pour** l'environnement, où l'on apprend à résoudre et à prévenir les problèmes environnementaux, de même qu'à gérer les ressources collectives. L'environnement devient un but. Il s'agit là du caractère spécifique (mais non pas unique) de l'éducation relative à l'environnement ;
- L'éducation **dans** l'environnement, qui correspond à une stratégie pédagogique: il s'agit d'apprendre en contact avec l'environnement, soit par le milieu extérieur à l'école (exploitant la pédagogie de terrain) ou par le contexte biophysique ou social dans lequel on vit.

En lien avec la dimension « éducation **dans** l'environnement », Sauvé (1992, 1997) ajoute également la dimension d'une « éducation **par** l'environnement ».

Nous observons que « l'éducation **dans** l'environnement » peut être jumelée à « l'éducation **par** l'environnement ». L'environnement est alors à la fois milieu d'apprentissage et ressource pédagogique : il est source de questionnement et fournit les éléments de réponse. L'ERE est ici le plus souvent associée à l'éducation au plein air (outdoor education). (Sauvé, 1992 :54)

Toutefois, dans le contexte des réformes éducationnelles actuelles, la catégorie relative à l' « éducation **par** l'environnement » mérite qu'on lui accorde, à part entière, le statut de quatrième dimension éducative de l'ERE. En effet, ces tendances curriculaires prescrivent la contextualisation des disciplines scolaires autour de diverses thématiques, dont celle de l'environnement. Ainsi, l'environnement serait un agent d'apprentissage, mais ce, sans faire nécessairement référence à l'environnement comme lieu biophysique avec lequel l'apprenant est en contact direct. Par ailleurs, l'idée d'une éducation par l'environnement trouve tout son sens dans le courant de l'éco-éducation (tel qu'identifié par Sauvé, 2005) – incluant les courants de l'éco-formation et de l'éco-ontogénèse – qui est centré sur le rapport « formatif » à l'environnement, par l'environnement. Selon la typologie des quatre dimensions du rapport à l'environnement, ce dernier peut donc être objet, lieu, agent et but de l'apprentissage (Sauvé, 1997: 18).

La figure 5.1 présente l'intégration des quatre dimensions d'une éducation relative à l'environnement :

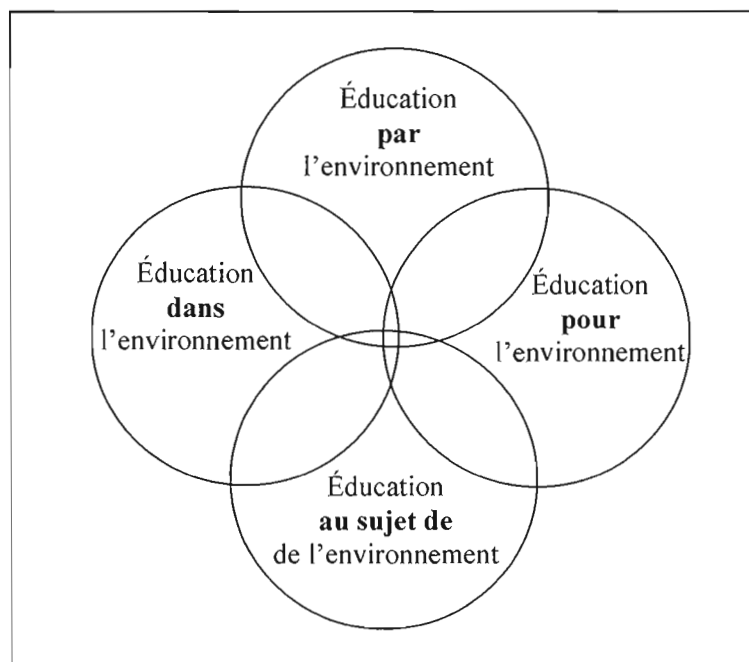


Figure 5.1
Dimensions du rapport à l'environnement
 prises en compte par l'éducation relative à l'environnement
 (Inspiré de Sauvé, 1992, 1997)

5.2.2 L'éducation relative aux sciences (ERS)

À la lumière des réflexions liées à la problématique de l'appellation de l'éducation relative à l'environnement, il apparaît important de revoir les expressions « éducation scientifique » et « éducation technologique ».

À cet effet, nous introduisons ici une nouvelle terminologie qui inclurait les multiples dimensions inhérentes à l'éducation scientifique et à l'éducation technologique.

En ce sens, nous proposons d'introduire et définir le concept d'**éducation relative aux sciences**, désigné par l'acronyme **ERS**, qui fait référence à une éducation **au sujet des sciences**, une éducation **pour** les sciences et une éducation **par** les sciences.

- L'éducation **au sujet** des sciences, axée sur le contenu : il s'agit de l'acquisition de connaissances relatives aux sciences et des habiletés requises pour acquérir ces connaissances. Les sciences sont objet d'apprentissage. S'ajoutent aussi à cette dimension des éléments réflexifs sur la nature même de la science ;
- L'éducation **pour** les sciences, où la perspective de formation est en lien avec la valorisation sociale des sciences ou des carrières scientifiques. Les sciences, les activités et les carrières qui y sont reliées deviennent alors le but de l'activité éducative ;
- L'éducation **par** les sciences, comme ressources pédagogiques et comme agent d'apprentissage : les sciences sont sources de questionnement ; elles fournissent une méthodologie de même que des éléments de réponse à diverses problématiques comportant une perspective scientifique. Elles contribuent également au développement de diverses habiletés souvent associées aux sciences, mais qui ne leur sont pas spécifiques.

Il convient d'ajouter que dans cette proposition d'appellation de l'*éducation relative aux sciences*, le mot « sciences » porte la marque du pluriel. Ayant défini au chapitre 4 le concept de « science » comme un domaine de savoirs et d'activités, Legendre (2005 : 1214) souligne que « le critère le plus couramment utilisé pour classer les sciences réside dans l'objet étudié ». Cette recherche adopte donc la position qu'il y aurait « des sciences » regroupées et classifiées en fonction de ces objets d'étude. L'appellation *éducation relative aux sciences* fait donc référence à une éducation relative aux savoirs et aux activités de la biologie, de la physique, de l'astronomie, de la chimie, etc. Il faut également ajouter que traditionnellement, les disciplines

scientifiques étaient au centre des curriculums scientifiques. Par cette nouvelle appellation, on veut accorder une certaine importance à ces disciplines, tout en gardant en tête que le modèle éducationnel proposé est de nature interdisciplinaire.

Comme le montre la figure 5.2, les dimensions de l'éducation relative aux sciences sont complémentaires et interreliées.

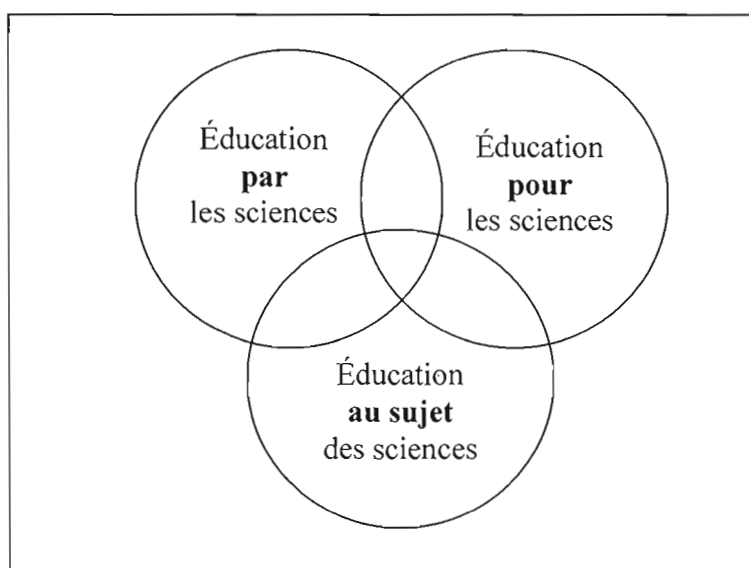


Figure 5.2
Dimensions éducatives associées à l'éducation relative aux sciences

5.2.3 L'éducation relative à la technologie (ERT)

Dans la même perspective, l'**éducation relative à la technologie**, dont l'acronyme est **ERT**, sera définie par ses trois dimensions : une éducation **par** la technologie, une éducation **pour** la technologie et une éducation **à propos** de la technologie⁴⁵.

⁴⁵ Mentionnons ici que le champ de l'éducation relative à la technologie est très jeune. Il ne faudrait pas confondre, comme dans plusieurs écrits de la documentation scientifique anglo-saxonne, les concepts d'éducation relative à la technologie, de technologie éducative et d'éducation aux technologies de l'information et de la communication (TIC). L'analyse des écrits dans ce domaine nous permet de constater beaucoup de confusion théorique et surtout un manque flagrant de structure théorique, axiologique et pratique pour l'ERT.

- L'éducation **au sujet** de la technologie, axée sur le contenu : il s'agit de l'acquisition de connaissances relatives à la technologie et des habiletés requises pour acquérir ces connaissances. La technologie est objet d'apprentissage. S'ajoute aussi à cette dimension des éléments réflexifs au sujet de la nature même de la technologie ;
- L'éducation **pour** la technologie, où la perspective éducative est en lien avec la valorisation sociale de la technologie. La technologie, les activités et les carrières qui y sont reliées deviennent alors le but de l'activité éducative ;
- L'éducation **par** la technologie, comme ressource pédagogique et comme agent d'apprentissage : elle est source de questionnement ; elle fournit une méthodologie de travail et des éléments de réponse à diverses problématiques. Elle contribue également au développement de diverses habiletés souvent associées à la technologie, mais qui ne leur sont pas spécifiques.

Alors que l'appellation *éducation relative aux sciences* place le concept de sciences au pluriel, le concept de technologie quant à lui demeurera au singulier. Comme dans l'appellation précédente, le concept de technologie aurait possiblement pu être mis au pluriel de manière à faire référence aux divers objets d'étude de la technologie (par exemple, les technologies médicales ou les technologies des transports).

Par contre, on constate que les nouvelles propositions curriculaires font surtout référence à une vision globale de la technologie, à titre de domaine de savoirs et d'activités, sans mettre d'accent particulier sur une classification plus précise basée sur les objets de savoir et les champs spécifiques d'activité de la technologie. Par ailleurs, tel que mentionné précédemment au chapitre 4, le concept de *technologie* est souvent confondu avec celui de *technologies de l'information de la communication (TIC)*. Une appellation *d'éducation relative aux technologies* contribuerait possiblement à prolonger cette confusion. Ainsi, en voulant s'inscrire dans les tendances éducatives actuelles et en voulant proposer une appellation claire et

signifiante, il semble plus pertinent de faire référence à l'appellation d'*éducation relative à la technologie*.

Cette appellation comporte également diverses dimensions complémentaires qui sont présentées à la figure 5.3.

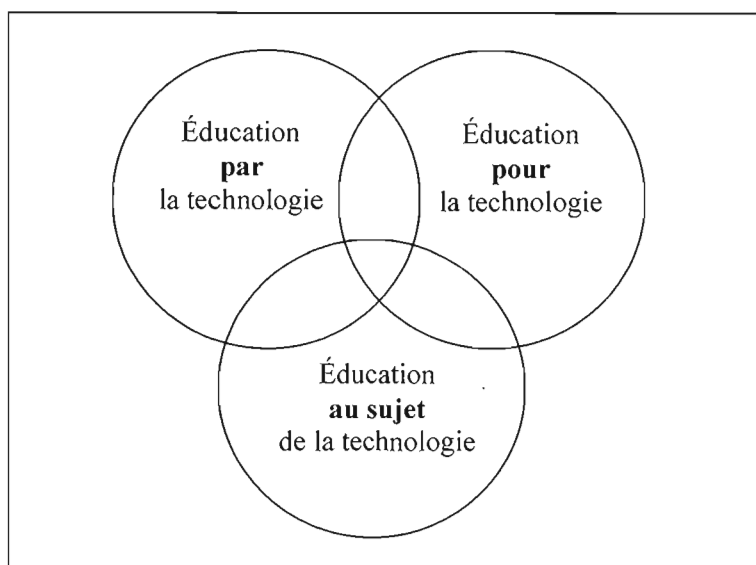


Figure 5.3
Dimensions éducatives associées à l'éducation relative à la technologie

Les appellations « éducation relative aux sciences » et « éducation relative à la technologie » sont générales et multidimensionnelles. Si l'on établit une comparaison avec la figure de l'éducation relative à l'environnement, on constatera la disparition de la dimension « **dans** » qui n'a pas son équivalent en sciences et technologie. Cette dimension est en effet liée aux différents modèles pédagogiques qui proposent un contact direct **dans** l'environnement ou le milieu de vie.

5.2.4 L'enseignement relatif aux sciences (eRS) et l'enseignement relatif à la technologie (eRT)

Dans le cadre de cette recherche, il convient également de préciser les appellations « enseignement relatif aux sciences » (eRS) et « enseignement relatif à la technologie » (eRT), qui font référence à une intervention (enseignement) en milieu scolaire et qui sont donc plus spécifiques que « éducation » relative aux sciences et « éducation » relative à la technologie. Elles correspondent à l'activité particulière de l'enseignement scolaire d'un curriculum de sciences et de technologie qui est généralement prescrit. Elles sont donc multidimensionnelles et s'inscrivent aussi dans les perspectives de l'enseignement **au sujet de/pour/par** les sciences ou la technologie.

En ce qui concerne l'éducation relative à l'environnement, nous concevons à l'instar de Sauvé (2000: 64), qu'il s'agit « d'**une dimension fondamentale de l'éducation** qui fait référence à des lieux d'interaction et d'intégration nécessaires au développement intégral de la personne ». En ce sens, l'ERE n'est pas considérée comme une discipline scolaire qui s'enseigne à l'intérieur d'un curriculum prescrit. Sa dimension « **au sujet de** » est certes en lien avec des contenus d'apprentissage (l'enseignement des sciences de l'environnement), mais ses autres dimensions (pour/dans/par) n'ont pas systématiquement, encore⁴⁶, leur équivalent en terme de « discipline » scolaire. Par ailleurs, la proposition d'une appellation « enseignement relatif à l'environnement » serait réductrice quant à la portée de l'ERE.

⁴⁶ Tel que mentionné au chapitre 1, l'éducation relative à l'environnement s'est surtout développée en contexte non formel et, comme le rappellent Sauvé et coll.(2003), son intégration en contexte formel (scolaire) constitue une tendance nouvelle à travers les divers curriculums, tant au Canada que dans les autres pays.

C'est pour cette raison que la thèse proposera un modèle éducationnel d'enseignement relatif aux sciences et à la technologie qui intègre une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Il convient finalement d'ajouter que la précédente discussion relative aux concepts d'ERE, d'ERS, d'eRS, d'ERT et d'eRT ne fournit pas de définitions au sens strict du terme. Or, de manière à élaborer le modèle éducationnel envisagé dans cette recherche, il importe de définir chacun de ces concepts. Les prochaines sections du présent chapitre s'y attarderont. Pour chacun des trois concepts, nous présenterons d'abord divers courants (ou façons de concevoir et de pratiquer) d'ERE, d'ERS et d'ERT qui nous semblent pertinents dans le cadre d'un eRS et d'un eRT, et qui sont susceptibles d'être compatibles les uns avec les autres. À partir des sources d'inspiration de ces différents courants, nous pourrons ensuite définir et caractériser les concepts d'éducation relative à l'environnement, d'éducation relative aux sciences, d'éducation relative à la technologie.

5.3 Le cadre théorique de l'ERE

Cette section vient préciser et définir le concept de l'éducation relative à l'environnement. Les divers courants de l'ERE seront d'abord présentés et seuls ceux qui semblent les plus pertinents au modèle éducationnel proposé seront choisis. Cette présentation des courants permettra ensuite de définir plus formellement le concept d'éducation relative à l'environnement.

5.3.1 Une diversité de courants complémentaires

Selon Sauvé (2005a), le champ de l'éducation relative à l'environnement comporte une riche diversité de propositions, chacune s'appuyant sur une vision particulière de l'environnement et de l'action éducative. Le choix d'un cadre de référence est alors relatif au système de valeurs de l'éducateur et au contexte du projet pédagogique envisagé.

Comme le souligne également cette auteure, un survol de la documentation de la recherche associée au champ de l'ERE permet de constater une grande diversité de visions, de discours et de pratiques d'intervention chez ses divers intervenants (chercheurs, professeurs, enseignants, associations, organisations, etc.). De manière à s'y retrouver à travers la complexité de ces diverses visions, Sauvé (2006) propose d'organiser les diverses propositions théoriques et pratiques (approches, stratégies, modèles, démarches) en regroupant celles qui se caractérisent par une même représentation générale de l'environnement⁴⁷ et l'adoption d'une même visée éducative globale.

Lucie Sauvé regroupe ainsi les diverses façons de concevoir et de pratiquer l'éducation relative à l'environnement sous quinze courants d'intervention éducative, présentés au tableau 5.1. Ces courants ont été développés au cours des trente dernières années par les acteurs de l'éducation relative à l'environnement, témoignant de leurs diverses façons complémentaires de concevoir et de pratiquer l'éducation relative à l'environnement.

Comme le rappelle Sauvé (2005, 2006), la typologie choisie correspond à un effort de « cartographie » des propositions pédagogiques dans le domaine de l'éducation relative à l'environnement. Certains courants ont une histoire plus longue et sont présents dans le champ de l'ERE depuis les années 1970 et 1980. D'autres ont une histoire plus récente et correspondent à des préoccupations émergentes. L'auteure rappelle que les courants les plus anciens ne sont pas nécessairement démodés puisqu'ils se sont adaptés au fil du temps ; les courants émergents sont certes en lien avec des préoccupations plus récentes, mais cela n'est pas gage *a priori* de leur pertinence. Par ailleurs, les différents courants coexistent aujourd'hui et peuvent être analysés de manière synchrone.

⁴⁷ Nous avons présenté ces représentations générales de l'environnement au chapitre 4 – *Cadre conceptuel et théorique*.

Tableau 5.1
Quinze courants en éducation relative à l'environnement
 (Sauvé, 2005)

Parmi les courants plus traditionnels en ERE	Parmi les courants émergents en ERE
1. Courant naturaliste 2. Courant conservationniste/ressourciste 3. Courant de la résolution de problème 4. Courant systémique 5. Courant scientifique 6. Courant humaniste/mésologique 7. Courant moral/éthique	8. Courant holistique 9. Courant biorégionaliste 10. Courant praxique 11. Courant de la critique sociale 12. Courant féministe 13. Courant ethnographique 14. Courant de l'éco-éducation 15. Courant du développement durable / soutenabilité

Le tableau 5.2 présente une systématisation de chacun des courants qui figurent ci-dessus permettant de les caractériser succinctement à l'aide des catégories suivantes :

- Les conceptions dominantes de l'environnement ;
- Les visées de l'éducation relative à l'environnement telles que clairement explicitées par les auteurs associés au courant ;
- Les approches dominantes ;
- Des exemples⁴⁸ d'activités ou de stratégies pédagogiques qui illustrent le courant.
- L'ajout d'une colonne relative à la dimension dominante du rapport à l'environnement.

⁴⁸ Ces exemples sont en lien avec l'expérience de recherche et de pratique de l'auteur de la typologie, Lucie Sauvé.

Tableau 5.2
Caractérisation de quinze courants en ERE
(Sauvé, 2005)

Courant	Conception de l'environnement	Visées de l'ERE	Dimension dominante de l'ERE ⁴⁹	Approches dominantes	Exemples de stratégies
Naturaliste	Nature	Reconstruire un lien avec la nature	Éducation DANS/PAR l'environnement	Sensorielle Expérientielle Affective Cognitive Créative/esthétique	Immersion Interprétation Jeux sensoriels Activités de découverte
Conservacionniste/ ressourciste	Ressource	Adopter des comportements de conservation. Développer des habiletés relatives à la gestion environnementale.	Éducation POUR l'environnement	Cognitive Pragmatique	Guide ou code de comportements Audit environnemental Projet de gestion / conservation.
Résolutique	Problème	Développer des habiletés de résolution de problèmes (RP) : du diagnostic à l'action.	Éducation POUR / PAR l'environnement	Cognitive Pragmatique	Étude de cas : analyse de situations problèmes Démarche de RP associée à un projet
Systémique	Système	Développer la pensée systémique : analyse et synthèse, vers une vision globale. Comprendre les réalités environnementales en vue de décisions éclairées.	Éducation AU SUJET de / PAR l'environnement	Cognitive	Étude de cas : analyse de systèmes environnementaux
Scientifique	Objet d'étude	Acquérir des connaissances en sciences de l'environnement. Développer des habiletés relatives à la démarche scientifique.	Éducation AU SUJET de / PAR l'environnement	Cognitive Expérientielle	Étude de phénomènes Observation Démonstration Expérimentation Activité de recherche hypothético-déductive

⁴⁹ Le tableau ci-dessus a été développé par Sauvé (2005), mais la colonne « Dimension dominante de l'ERE » constitue un ajout particulier utile aux fins de cette recherche. La trame grise indique que le courant a été jugé comme susceptible de constituer une balise théorique et praxéologique au modèle éducationnel que propose cette recherche.

Humaniste/ mésologique	Milieu de vie	Connaître son milieu de vie et mieux se connaître en relation avec son milieu de vie. Développer un sentiment d'appartenance.	Éducation AU SUJET de /DANS l'environnement	Sensorielle Cognitive Affective Expérientielle Créative/esthétique	Étude du milieu Itinéraire Lecture de paysage
Moral/éthique	Creuset de valeurs	Faire preuve d'écocivisme. Développer un système éthique.	Éducation PAR/POUR l'environnement	Cognitive Affective Morale	Analyse des valeurs Clarification des valeurs Critique des valeurs sociales.
Holistique	Holos Tout L'Être	Développer les multiples dimensions de son être en interaction avec l'ensemble des dimensions de l'environnement. Développer une connaissance « organique » du monde et un agir participatif dans et avec l'environnement.	Éducation PAR/POUR/ DANS/ AU SUJET de l'environnement	Holistique Organique Intuitive Créative	Exploration libre Visualisation Ateliers de création Intégration de Stratégies complémentaires
Biorégionaliste	Lieu d'appartenance Projet communautaire	Développer des compétences en éco-développement communautaire, local ou régional.	Éducation DANS/POUR l'environnement	Cognitive Affective Expérientielle Pragmatique Créative	Exploration du milieu Projet communautaire Mise sur pied d'écoentreprise
Praxique	Creuset d'action / réflexion	Apprendre dans, par et pour l'action. Développer des compétences réflexives.	Éducation PAR/POUR/ DANS/AU SUJET de l'environnement	Praxique	Recherche-action

Critique sociale	Objet de transformation Lieu d'émancipation	Déconstruire les réalités socio-environnementales en vue de transformer ce qui pose problème.	Éducation POUR/PAR l'environnement (Cela vise aussi la transformation des personnes)	Praxique Réflexive Dialogique	Analyse de discours Étude de cas Débat Recherche-action
Féministe	Objet de sollicitude	Intégrer les valeurs féministes à la relation à l'environnement.	Éducation DANS/PAR l'environnement	Intuitive Affective Symbolique Spirituelle Créative/esthétique	Étude de cas Immersion Atelier de création Activité d'échange de communication.
Ethnographique	Territoire Lieu d'identité Nature/culture	Reconnaître le lien étroit entre nature et culture. Clarifier sa propre cosmologie. Valoriser la dimension culturelle de son rapport à l'environnement.	Éducation DANS/PAR l'environnement	Expérientielle Intuitive Affective Symbolique Spirituelle Créative/esthétique	Contes, récits et légendes Étude de cas Immersion Compagnonnage
Éco-éducation	Pôle d'interaction pour la formation personnelle Creuset identitaire	Expérimenter l'environnement pour s'expérimenter et se former dans et par l'environnement. Construire son rapport au monde-plus-qu'humain.	Éducation DANS/PAR l'environnement	Expérientielle Sensorielle Intuitive Affective Symbolique Créative	Récit de vie Immersion Exploration Jeux Introspection Écoute sensible Alternance subjectif/objectif
Durabilité/ soutenabilité	Ressource pour le développement économique Ressource partagée	Promouvoir un développement économique respectueux des questions sociales et environnementales. Y contribuer.	Éducation POUR l'environnement	Pragmatique Cognitive	Étude de cas Démarche de résolution de problème Projet de développement durable

Une analyse plus approfondie des théories et des pratiques associées à chacun des courants montre que ceux-ci ne sont pas tous pertinents à l'élaboration d'une proposition de modèle éducationnel relatif à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. En effet, plusieurs courants impliquent des théories et des pratiques certes intéressantes, mais qui s'appliquent peu aux finalités, aux pratiques et au contexte de l'enseignement des sciences et de la technologie.

Par conséquent, des courants, identifiés par une trame grise au tableau précédent, sont jugés comme étant les plus susceptibles de constituer des balises théoriques et praxéologiques au sein du modèle éducationnel⁵⁰ proposé dans le cadre de cette recherche. Ils seront davantage explicités dans les sections suivantes, tandis que les courants jugés comme étant moins pertinents à cette recherche (trame blanche) ne seront pas commentés, mais seront justifiées les raisons pour lesquelles ils ont été mis de côté.

5.3.1.1. Le courant naturaliste⁵¹

Le courant naturaliste regroupe un large spectre de propositions éducatives, toutes axées sur le rapport à la nature. Celles-ci témoignent toutefois de divers fondements philosophiques et éthiques concernant la relation entre les humains et la nature, et par conséquent, elles adoptent différentes façons de considérer la nature dans l'acte éducatif. Selon les fondements adoptés, plus ou moins explicites, l'approche peut être cognitive (apprendre des choses sur la nature) ou expérientielle (vivre dans la nature et apprendre d'elle), ou affective, ou spirituelle ou artistique (alliant la créativité humaine à celle de la nature). Par exemple, le modèle d'intervention développé par Steve Van Matre (1990) invite les enfants à vivre des expériences cognitives et affectives en milieu naturel, exploitant l'approche expérientielle, la pédagogie du jeu et l'attrait de mises en situation mystérieuses ou magiques, afin de favoriser

⁵⁰ Cette idée fait référence aux objectifs spécifiques de cette recherche, tels que présentés au chapitre 3.

⁵¹ Tout le texte en italique, présenté dans la section 5.3.1 ainsi que dans les sous-sections, est tiré de Sauvé (2005). Par souci de clarté de présentation, cette façon de citer semblait la plus pertinente et la plus conviviale pour le lecteur.

l'acquisition d'une compréhension des phénomènes écologiques et le développement d'un attachement envers la nature. En pédagogie des adultes, Michael Cohen (1990) affirme également que rien ne sert de vouloir résoudre les problèmes environnementaux si l'on n'a pas compris d'abord comment « fonctionne » la nature ; il importe d'apprendre à entrer en contact avec celle-ci, à travers nos sens et autres capteurs sensibles ; l'approche est sensualiste, mais aussi spiritualiste : il s'agit d'explorer la dimension symbolique de notre rapport à la nature et de comprendre que nous en sommes partie intégrante. Auprès des adultes également, Darlene Clover et coll. (2000) insistent sur l'importance de considérer la nature comme éducatrice et milieu d'apprentissage : l'éducation « plein air » (outdoor education) est l'un des moyens les plus efficaces d'apprendre au sujet du monde naturel et de faire comprendre les droits inhérents de la nature à exister par et pour elle-même ; la place de l'humain ne se définit que dans cette perspective éthique.

Certaines dimensions associées à ce courant semblent pertinentes au développement du modèle éducationnel de cette thèse. En effet, la dimension cognitive (*apprendre des choses sur la nature*) et la dimension expérientielle (*apprendre de et dans la nature*) semblent intéressantes et en lien avec des dimensions associées à l'enseignement relatif aux sciences (eRS) et à la technologie (eRT).

5.3.1.2 Le Courant conservationniste / ressourciste

Le courant conservationniste / ressourciste rassemble les propositions axées sur la « conservation » des ressources, tant en ce qui concerne leur qualité que leur quantité : l'eau, le sol, l'énergie, les plantes (principalement les plantes comestibles et médicinales) et les animaux (pour les ressources qu'on peut en tirer), le patrimoine génétique, le patrimoine construit, etc. Quand on y parle de « conservation de la nature », comme de celle de la biodiversité, il est surtout question d'une nature-ressource. On y retrouve une préoccupation pour la « gestion de l'environnement », mieux appelée « gestion environnementale ». Les très nombreux programmes d'éducation relative à l'environnement axés sur les trois « R » désormais classiques de la Réduction, de la Réutilisation et du Recyclage, ou ceux qui sont centrés sur des préoccupations de gestion environnementale (gestion de l'eau, gestion des déchets, gestion de l'énergie, par exemple) se rattachent au courant conservationniste. L'accent est généralement mis sur le développement d'habiletés de gestion et sur l'écocivisme.

Ce courant est jugé pertinent notamment à cause des liens qui pourront être faits entre la notion d'éco-consommation et la notion de conception ou de design technologique qui est centrale en enseignement relatif à la technologie (eRT).

5.3.1.3. Le courant résolutique

Le courant résolutique adopte la vision centrale de l'éducation relative à l'environnement proposée par l'UNESCO dans le cadre de son Programme international d'éducation relative à l'environnement (1975-1995). Il s'agit d'informer ou d'amener les gens à apprendre à s'informer sur les problématiques environnementales et aussi à développer des habiletés visant à les résoudre. Comme pour le courant conservationniste, auquel le courant résolutique est fréquemment associé, on y retrouve un impératif d'action : modification des comportements ou projets collectifs. L'une des propositions les plus marquantes du courant résolutique est celle de Harold R. Hungerford et ses collaborateurs (1992), qui ont développé un modèle pédagogique axé sur le développement séquentiel d'habiletés de résolution de problèmes : identification d'une situation problème (comportant des aspects écologiques et sociaux), investigation de cette situation (dont l'analyse des valeurs des protagonistes), diagnostic, recherche de solutions, évaluation et choix de solutions optimales. On retrouve ici l'approche pragmatique d'une éducation « pour l'environnement ».

Dans le cadre de cette recherche, le courant résolutique est jugé pertinent notamment à cause des liens qui pourront être faits entre cette approche de résolution de problèmes environnementaux et la démarche de résolution de problème liée à l'enseignement relatif aux sciences et à la technologie.

5.3.1.4 Le courant systémique

L'approche systémique est ici considérée comme indispensable pour connaître et comprendre adéquatement les réalités et les problématiques environnementales. L'analyse systémique permet d'identifier les différentes composantes d'un système environnemental et de mettre en lumière les relations entre ces dernières, dont les relations entre les éléments biophysiques et les éléments sociaux. Une telle analyse permet d'obtenir ensuite une vision d'ensemble, qui correspond à une synthèse de la réalité appréhendée. On accède ainsi à la globalité du système environnemental, dont on peut mieux percevoir et comprendre la dynamique, les points de rupture (s'il y a lieu), ainsi que les voies d'évolution. L'approche des réalités environnementales est ici de nature cognitive et la perspective est celle de la prise de décision éclairée. Les habiletés liées à l'analyse et à la synthèse sont particulièrement sollicitées. A titre d'exemple, mentionnons la proposition pédagogique de Shoshana Keiny et Moshe Shashack (1987) : une sortie sur le terrain permet d'observer une réalité ou un phénomène environnemental et d'en analyser les composantes et relations afin de développer un modèle systémique permettant d'accéder à une compréhension globale

de la problématique en question; une telle vision d'ensemble permet d'identifier et de choisir des solutions plus éclairées.

Le courant systémique est jugé pertinent à cette recherche puisque l'interdisciplinarité semble être au centre de ses préoccupations. En lien avec le courant résolutif qui a lui aussi été sélectionné, il peut également être relié avec la démarche de résolution de problème implicite à l'enseignement relatif aux sciences et à technologie.

5.3.1.5 Le courant scientifique

Certaines propositions d'éducation relative à l'environnement mettent l'accent sur la démarche scientifique, dans le but d'aborder avec rigueur les réalités et problématiques environnementales et de mieux les comprendre, identifiant plus spécifiquement les relations de cause à effet. La démarche est axée sur l'induction d'hypothèses à partir d'observations, et sur la vérification des hypothèses par de nouvelles observations ou par expérimentation. L'éducation relative à l'environnement est ici souvent associée au développement de connaissances et d'habiletés relatives aux sciences de l'environnement, domaine d'études essentiellement interdisciplinaire. Comme pour le courant systémique, l'approche est surtout cognitive : l'environnement est un objet de connaissances et ces dernières sont nécessaires pour éclairer les choix d'action. Les habiletés liées à l'observation et à l'expérimentation sont particulièrement sollicitées. Généralement, la perspective est celle de mieux comprendre en vue de mieux orienter l'action. Les propositions qui se rattachent au courant scientifique intègrent souvent l'approche systémique et la démarche de résolution de problèmes, rejoignant ainsi les deux autres courants précédemment présentés (par exemple, l'« Éducation pour l'environnement » d'André Giordan et de Christian Souchon, 1991).

Le courant scientifique a été sélectionné puisqu'il fait directement référence à l'enseignement relatif aux sciences dans une perspective d'éducation relative à l'environnement.

5.3.1.6 Le courant humaniste/mésologique

Ce courant met l'accent sur la dimension humaine de l'environnement, construit à la jonction entre nature et culture. Il s'intéresse au milieu de vie (d'où le préfixe grec « méso » qui signifie milieu), avec ses dimensions historiques, culturelles, politiques,

économiques, affectives, symboliques, etc. Le « patrimoine » n'est pas que naturel, il est également culturel. L'environnement est celui de la ville, de la place publique, des jardins cultivés, etc., comme il est celui de la ruralité, avec ses diverses façons d'« habiter » la terre. Au-delà de la rigueur de l'observation, de l'analyse et de la synthèse, le courant humaniste fait appel à la sensorialité, à la sensibilité affective, à la créativité. A titre d'exemple, Bernard Dehan et Josette Oberlinkels (1984) proposent un modèle d'intervention qui débute par une exploration du milieu de vie (itinéraire, lecture de paysage, observations libres et dirigées, etc.) dont émergent des questions; ces dernières donnent lieu à la conception et à la mise en œuvre d'un projet de recherche visant à mieux comprendre un aspect particulier ou une réalité spécifique du milieu de vie, mettant à profit les ressources que sont le milieu lui-même (à observer), les gens du milieu (à interroger), les documents (à consulter) et le savoir du groupe. Dans plusieurs propositions se rattachant au « place-based environmental education » (comme chez David Sobel, 2004), axée sur l'apprentissage dans/par/pour le milieu, l'accent est souvent mis sur le développement d'un sentiment d'appartenance au milieu, condition d'émergence d'un sens de la responsabilité à l'égard de ce dernier.

Dans la perspective d'un enseignement relatif à la science et à la technologie contextualisé au quotidien de l'élève, certains éléments du courant mésologique/humaniste sont vus comme pertinents au développement du modèle éducationnel élaboré dans cette recherche.

5.3.1.7 Le courant moral/éthique

De nombreux éducateurs considèrent que le fondement du rapport à l'environnement est d'ordre éthique. Ainsi, diverses propositions d'éducation relative à l'environnement mettent l'accent sur le développement de « valeurs environnementales ». Certaines invitent à l'adoption d'une « morale » environnementale, prescrivant un code de comportements socialement souhaitables (comme ceux que prône l'écocivisme). D'autres rejoignent un niveau plus fondamental: non seulement faut-il savoir analyser les valeurs des protagonistes d'une situation, mais avant tout, il importe de clarifier ses propres valeurs, en lien avec son propre agir; il s'agit de construire son propre système de valeurs. À titre d'exemple, signalons le modèle pédagogique développé par Louis Iozzi (1987) qui propose l'analyse rationnelle de situations morales menant à faire ses propres choix et à les justifier : c'est à travers le « conflit moral », la confrontation parfois difficile à diverses situations et aux positions des autres, que s'opère le développement moral. En contraste, parmi les auteurs qui se préoccupent d'intégrer une dimension affective à la démarche éthique, Bob Jickling (2004) invite à déconstruire le langage de

l'éthique utilitariste et instrumentale caractéristique de la rationalité dominante et à insérer l'éthique dans la vie de tous les jours, laissant place à l'expérience sensible, aux sentiments et aux émotions, de façon à se re-connecter avec le reste du monde.

Pour Milagros Chavez (2005), la dimension éthique devrait non seulement faire partie de l'éducation totale du sujet, mais aussi d'une éducation scientifique qui tienne compte davantage des préoccupations éthiques relatives à l'environnement. Ainsi, considérant que la dimension éthique doit occuper une place importante en enseignement des sciences et de la technologie, le courant moral/éthique occupera également une place prépondérante dans l'élaboration du modèle éducationnel proposé dans cette recherche.

5.3.1.8 Le courant holistique

Certaines propositions du courant holistique sont axées davantage sur des préoccupations de type psychopédagogique (visant le développement global de la personne en relation avec son environnement); d'autres sont ancrées dans une véritable cosmologie (ou vision du monde) où tous les êtres sont reliés entre eux, ce qui fait appel à une connaissance « organique » du monde et à un agir participatif dans et avec l'environnement. Ainsi, dans une perspective psychopédagogique, l'Institut d'Écopédagogie de Belgique (sans date), propose de s'approprier un lieu (comme un boisé) par exploration libre, autonome et spontanée, faisant appel à une diversité d'approches des réalités : approches sensorielle, cognitive, affective, intuitive, créative, etc. Dans un registre plus fondamental, Nigel Hoffmann (1994) propose une approche organique des réalités environnementales : permettre aux êtres (aux plantes, aux animaux, aux roches, aux paysages, etc.) de parler par eux-mêmes de leur propre nature, plutôt que de les enfermer a priori ou trop tôt dans nos langages et théories, permettra de mieux en prendre soin, d'associer nos forces créatrices aux leurs pour la création de paysages dans lesquels les éléments (naturels, aménagés, construits) se développent et s'harmonisent « comme dans un jardin ». Philip Payne (1997) insiste pour sa part sur l'importance de prendre en compte le corps dans une vision holistique de l'éducation; pour « incarner » le rapport au monde, il propose d'« aller jouer dehors », d'éprouver l'environnement de façon physique, de « faire corps » par exemple avec le canot et la rivière tumultueuse qui le porte, pour mieux se relier au monde.

La perspective d'une éducation dans l'environnement de ce modèle holistique semble également pouvoir enrichir le modèle proposé dans cette recherche, de manière à

concrétiser l'idée d'une éducation scientifique ou technologique se situant *dans* le milieu.

5.3.1.9 Le courant praxique

Le courant praxique met l'accent sur l'apprentissage dans l'action, par l'action et pour améliorer sans cesse cette dernière. L'apprentissage fait appel à la réflexivité sur l'action, en cours de projet. La démarche par excellence du courant praxique est celle de la recherche-action, dont la visée essentielle est celle d'opérer un changement dans un milieu (chez les gens et dans l'environnement) et dont la dynamique est participative, impliquant les différents acteurs d'une situation à transformer. William Stapp et ses collaborateurs (1996) ont développé un modèle pédagogique qui illustre bien le courant praxique: il s'agit d'entreprendre une démarche participative pour résoudre un problème socio-écologique perçu dans le milieu de vie immédiat. Mais au-delà de la démarche habituelle de résolution de problèmes, il s'agit d'intégrer une réflexion constante sur le projet d'action entrepris: Pourquoi entreprenons-nous ce projet? Notre but et nos objectifs changent-ils en cours de route? Nos stratégies sont-elles appropriées? Qu'apprenons-nous en cours de projet? Que doit-on apprendre encore? Notre dynamique de travail est-elle saine? Un projet de ce type est un creuset d'apprentissages et de changements.

C'est dans la vision de William Stapp et de ses collaborateurs (1996), qui ont développé un modèle pédagogique proposant d'entreprendre une démarche participative pour résoudre un problème socio-écologique du milieu de vie immédiat, que le courant praxique est jugé pertinent à cette recherche.

5.3.1.10 Le courant de la critique sociale

Ce courant insiste sur l'analyse des dynamiques sociales à la base des réalités et problématiques environnementales: analyse des intentions, des positions, des arguments, des valeurs explicites et implicites, des décisions et des actions des différents protagonistes d'une situation. En particulier, les rapports de pouvoir sont identifiés et dénoncés. Selon Robottom et Hart (1993), le courant de la critique sociale invite également les participants à entrer en processus de recherche à l'égard de leurs propres pratiques. La posture de la critique sociale, à composante nécessairement politique, vise la transformation des réalités. Des projets d'action émergent de l'investigation ou en cours d'investigation, dans une perspective d'émancipation, de libération des aliénations. A titre d'exemple, Chaia Heller (2003) propose une démarche critique en trois temps : une phase critique, une phase de

résistance, une phase de reconstruction. Le modèle d'intervention développé par Alberto Alzate Patiño (1994), insiste sur la contextualisation des questions traitées et sur l'importance du dialogue des savoirs : savoirs scientifiques, savoirs quotidiens, savoirs d'expérience, savoirs traditionnels, etc. Il importe de confronter ces savoirs entre eux, d'aborder les différents discours dans une approche critique afin de mieux éclairer l'action. Théorie et action sont étroitement reliées, dans une perspective critique.

Le courant de la critique sociale trouve donc sa pertinence dans l'idée de l'élaboration du développement de l'esprit critique et de prises de position au regard de problématiques qui pourraient être étudiées dans certaines situations d'apprentissage en science et en technologie.

5.3.1.11 Quelques courants volontairement omis

Dans le processus d'élaboration d'un modèle éducationnel intégrant diverses dimensions d'éducation relative aux sciences, à la technologie et à l'environnement, certains courants ont été mis de côté. Sans vouloir douter de leur pertinence et de leur intérêt propre, ces courants ont été jugés moins pertinents au regard du modèle à construire. Les courants biorégionaliste, féministe, ethnographique ainsi que celui de la durabilité/soutenabilité n'ont donc pas été retenus au fin de cette recherche. Ceux-ci seront donc décrits très succinctement – à partir de la synthèse de Lucie Sauvé (2005) - et seront justifiées les raisons qui expliquent leur exclusion.

Le courant biorégionaliste se penche en particulier sur la dimension éco-nomique de la « gestion » de cette maison de vie partagée qu'est l'environnement comme milieu de vie local ou régional. Il s'agit d'apprendre à ré-habiter la terre comme le proposent Davir Orr (1992, 1996, dans Sauvé, 2005) et Wendel Berry (1997, dans Sauvé, 2005).

Le courant ethnographique met l'accent sur le caractère culturel du rapport à l'environnement. L'éducation relative à l'environnement ne doit pas imposer une vision du monde ; il importe de tenir compte de la culture de référence des populations ou des communautés concernées. Pascal Galvani (2001, dans Sauvé, 2005) et Thierry Pardo (2002, dans Sauvé, 2005) proposent non seulement d'adapter

la pédagogie aux réalités culturelles différentes, mais de s'inspirer des pédagogies de ces diverses cultures qui ont un autre rapport à l'environnement.

Les courants biorégionalistes et ethnographiques sont jugés comme étant moins pertinents au modèle proposé puisque cette recherche accordera peu d'importance au rapport culturel à la science et la technologie dans l'enseignement des sciences et de la technologie. Les idées associées au développement du rapport à l'environnement, qu'il soit local ou non, culturellement contextualisé ou non, sont présentes dans certains courants déjà sélectionnés, soit l'éco-formation et le courant holistique.

Aussi, **le courant féministe** a été jugé comme secondaire dans l'élaboration du modèle éducationnel proposé.

En lien avec le courant de la critique sociale, le courant féministe propose l'analyse et la dénonciation des rapports de pouvoir au sein des groupes sociaux (Di Chiro, 1987, dans Sauvé, 2005). Ce courant met l'accent sur les rapports de pouvoir que les hommes exercent encore dans plusieurs contextes sur les femmes et sur la nécessité d'intégrer les perspectives et les valeurs féministes aux modes de gouvernance, de production, de consommation et d'organisation sociale.

Dans le cadre de cette recherche, les enjeux reliés au rapport de genre envers la science et la technologie ne sont pas au centre de nos préoccupations. Bien que ces enjeux soient importants, ce courant est donc jugé moins pertinent à l'élaboration d'un modèle éducationnel voulant intégrer les préoccupations environnementales en enseignement relatif aux sciences et à la technologie. De plus, certains des enjeux de genre, dont il est ici question, sont présents dans le courant de la critique sociale, qui lui a été sélectionné dans la construction du modèle éducationnel.

Pour sa part, le courant de **l'éco-éducation** « propose de mettre à profit le rapport à l'environnement comme creuset de développement personnel, à la base d'un agir signifiant et responsable » (Sauvé, 2005). Comme ce courant se situe moins bien dans une perspective scolaire et qu'il s'intéresse principalement au développement personnel du rapport au monde, celui-ci sera également mis en filigrane.

Enfin, le dernier courant présenté par Sauvé (2005) est celui de la durabilité/soutenabilité.

Le courant de la durabilité/soutenabilité est issu de l'idéologie du développement durable, qui a connu un essor au milieu des années 1980, il a peu à peu pénétré le mouvement de l'éducation relative à l'environnement et s'est imposé comme une perspective dominante (Jickling, 1998-1999a; Sauvé, Berryman et Brunelle, 2003). En vue de répondre aux recommandations du Chapitre 36 de l'Agenda 21, à l'issue du Sommet de la Terre en 1992, l'UNESCO a remplacé son Programme international d'éducation relative à l'environnement par un Programme d'éducation pour un avenir viable (UNESCO, 1997), dont le but est de contribuer à la promotion du développement durable. Ce dernier suppose que le développement économique, à la base du développement humain, est indissociable de la conservation des ressources naturelles et d'un partage équitable des ressources.

Le courant de la durabilité/soutenabilité n'a volontairement pas été considéré dans l'élaboration du modèle éducationnel que propose cette recherche. Même si l'éducation pour le développement durable est prescrite par l'UNESCO et largement répandu à travers les divers systèmes éducatifs mondiaux, ce courant semble s'inscrire dans un agenda politique précis, dont les valeurs sont jugées incohérentes avec les présupposés de cette recherche⁵².

Ainsi s'achève le répertoire des courants en ERE. Toutefois, comme le rappelle Sauvé (2005), l'inventaire des courants présentés n'a pas de prétention à l'exhaustivité.

5.3.2. Une définition de l'ERE

À la lumière des courants venant d'être décrit, il est désormais possible de proposer une définition de l'ERE qui puisse servir de fondement au modèle éducationnel envisagé.

⁵² Cette idée a été défendue au chapitre 4 - Cadre conceptuel et théorique

La définition choisie doit s'appuyer sur les idées proposées au sein des courants venant d'être jugés comme pertinents à cette recherche. Tout d'abord, elle doit considérer l'éducation relative à l'environnement dans une perspective de relation et protection de la nature, comme le proposent les courants *naturaliste* et *conservationniste*. Cette définition doit également aborder les réalités environnementales, en lien ou non avec le milieu de vie (courant humaniste/mésologique), dans la perspective d'une compréhension globale de leurs enjeux (courants systémique et holistique). Cette compréhension permettra de d'acquérir les connaissances scientifiques sous-jacentes aux problématiques environnementales (courant scientifique), mais aussi de développer des habiletés de résolution de problème (courants résolutique), dans l'action ou non (courant praxique).

Une telle définition doit enfin s'inscrire dans une perspective sociale qui invite l'apprenant à questionner sur ses actions et sur ses relations avec les autres et sur ses relations avec l'environnement (courant moral/éthique). Ces réflexions pourraient l'amener à déconstruire les réalités environnementales pour reconstruire ce qui pose problème (courant de la critique sociale).

Comme le souligne Sauvé (2007b), il est difficile de définir brièvement l'éducation relative à l'environnement puisqu'il y a tant d'angles et de dimensions à considérer. Dans cette recherche, la définition de l'éducation relative à l'environnement qui est adoptée est donc celle de Sauvé (2007b). Cette définition semble la plus représentative de la diversité idées associés aux courants jugés pertinents à cette recherche :

L'éducation relative à l'environnement est cette dimension essentielle de l'éducation fondamentale qui concerne notre relation au milieu de vie, à cette " maison de vie " partagée. Elle a pour but d'améliorer ou de reconstruire notre rapport au monde. Elle vise à induire des dynamiques sociales, d'abord à l'échelle des communautés puis à celle de réseaux de

solidarité élargis, favorisant l'approche collaborative et critique des réalités socio-écologiques et une prise en charge autonome et créative des problèmes qui se posent et des projets qui émergent.

Ici, l'environnement n'est donc pas qu'un objet d'études ou qu'un thème à traiter parmi d'autres; il n'est pas non plus que la contrainte obligée d'un développement que l'on souhaite durable. La trame de l'environnement est celle du réseau de la vie elle-même, à la jonction entre nature et culture; l'environnement est le creuset où se forgent notre identité, nos relations d'altérité, notre « être-au-monde ». Au-delà d'une éducation « au sujet de, à, dans, par ou pour » l'environnement, l'objet de l'éducation relative à l'environnement est essentiellement notre relation à l'environnement.

Une telle éco-éducation est un processus critique, qui implique le courage de mettre à profit nos "espaces" de liberté et qui fait appel à la responsabilité (dont celle de bien s'informer). Elle invite à déconstruire les idées reçues, les lieux communs, les dogmes, les messages de ceux qui adoptent la "langue de bois". Elle accompagne la reconstruction de nos propres cadres de référence, et ce faisant, elle nous amène à nous reconstruire nous-mêmes.

L'éducation relative à l'environnement est un processus politique et par conséquent, essentiellement participatif. S'ouvrir à la dimension politique implique de ne pas rester indifférent, de prendre partie face aux réalités sociales et environnementales, qui sont étroitement reliées entre elles et qui nous concernent tous. Il s'agit d'éduquer à la participation par la participation à un projet socio-politique, à un projet créateur et constructif visant l'amélioration de nos milieux de vie, et de nous-mêmes à travers l'action partagée. (Sauvé, 2007b: 62-63)

5.4. Le cadre théorique de l'ERS

Il s'agit maintenant de préciser et définir le concept de l'éducation relative aux sciences. Les divers courants de l'ERS seront d'abord présentés. Ensuite, seront choisis ceux qui semblent les plus pertinents à contribuer au modèle éducationnel proposé. Finalement, cette présentation des courants permettra de définir plus formellement le concept d'éducation relative aux sciences.

5.4.1 Une diversité de courants complémentaires

Le champ de l'éducation relative aux sciences comporte également une riche diversité de propositions, chacune s'appuyant sur une vision particulière des sciences et de l'action éducative en sciences. Néanmoins, on ne retrouve pas de cartographie élaborée des courants complémentaires de ce champ dans la littérature spécialisée, comme c'est le cas pour l'éducation relative à l'environnement. La constitution d'une telle cartographie représenterait un travail colossal qui pourrait être le sujet d'une recherche en tant que telle.

La caractérisation suivante des courants associés à l'ERS s'appuie sur donc un essai de « plan du territoire » des courants en enseignement des sciences, proposé par Chavez (2005)⁵³. De plus, ce plan de territoire a été enrichi par les travaux de Barma et Guilbert (2006) qui ont plus spécifiquement caractérisé le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique.

Il faut cependant souligner que, comme tout exercice de synthèse typologique, celle-ci a sans doute laissé de côté certains éléments de l'éventail des possibilités existantes. Pour cette raison, cette typologie ne peut pas être considérée comme définitive ou comme exhaustive. Sa fonction est surtout comparative, c'est-à-dire qu'elle présente un plan possible du territoire couvert par l'enseignement des sciences dans le but de favoriser une comparaison globale entre ce champ d'intervention éducative et ceux de l'ERE et de l'ERT.

⁵³ Cette synthèse établie par Chavez (2005) a été construite à partir des auteurs suivants : Astolfi et Develay (1998); Bader (2002); Cafial (1990); Charpak (1996); DeBettencourt (2000); Désautels (2001); Esteban-Santos (2003); Fourez et coll. (1994); Garritz (1994); Gil-Guzman (1993); Giordan (1999); Hart et Robottom (1990); Lecourt (1999); Morgan (1993); Ramsey (1993); Ratcliffe (2001); Roth et Désautels (2002); Thouin (1997); Tobin (1993); Vilches et Furio (1999); Yager et Pinchas (1993).

Cette typologie permet de constater une diversité de visions, de discours et de pratiques chez ses intervenants (chercheurs, professeurs, enseignants, associations, organisations, etc.). Alors que les courants présentés en ERE étaient caractérisés principalement par une représentation générale de l'environnement, les diverses propositions théoriques et pratiques (approches, stratégies, modèles, démarches) de l'ERS seront surtout regroupées en fonction de leur conception⁵⁴ dominante de la science, mais également en fonction de leurs visées éducatives globales à l'égard des sciences.

Ainsi, les diverses propositions théoriques ont été regroupées en cinq courants qui sont identifiés au tableau 5.2. Ces courants témoignent également des diverses façons complémentaires de concevoir et de pratiquer l'éducation relative aux sciences, de même que son corollaire, l'enseignement relatif aux sciences.

Tableau 5.3
Cinq courants en éducation relative aux sciences

Parmi les courants plus traditionnels en ERS	Parmi les courants émergents en ERS
1. Classique/traditionnel	3. Alphabétisation scientifique et (technologique)
2. Constructiviste	4. Science-technologie-société (STS) et Science-technologie-environnement-société (STES)
	5. Éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique

Comme le signalait Sauvé (2005) au sujet du champ de l'éducation relative à l'environnement, certains courants ont une histoire plus longue et se sont largement répandus alors que d'autres courants correspondent à des préoccupations émergentes. Les courants les plus anciens ne sont pas nécessairement démodés puisqu'ils se sont

⁵⁴ Nous avons présenté les diverses conceptions associées au concept de science au chapitre 4.

adaptés au fil du temps. Quant aux courants émergents, ils sont certes en lien avec des préoccupations plus récentes, mais cela n'est pas gage *a priori* de leur intérêt au sein de cette recherche. De manière à caractériser succinctement chacun de ces courants, le tableau 5.4 présente une synthèse des différents courants à l'aide des catégories suivantes :

- Les conceptions dominantes de la science ;
- Les visées de l'éducation relative aux sciences, telles que clairement explicitées par les auteurs associés au courant ;
- La dimension dominante de l'ERS ;
- Les approches dominantes ;
- Des exemples d'activités ou de stratégies pédagogiques qui illustrent le courant.

Comme pour les courants du domaine de l'ERE, les courants identifiés par une trame grise sont jugés comme étant les plus susceptibles de constituer des balises théoriques et praxéologiques au sein du modèle éducationnel proposé dans cette recherche.

5.4.1.1. Le courant constructiviste⁵⁵

À la suite du lancement du Spoutnik par les Soviétiques (1957), les États-Unis se sont donné comme objectif de modifier en profondeur leur éducation en sciences et en technologies, dans le but de former une élite des chercheurs capables de mettre en évidence la puissance scientifique et technologique de ce pays (Fourez et coll., 1994). La discipline de recherche en éducation nommée didactique des sciences a alors connu un développement très important. Beaucoup de programmes de recherche et de nouvelles propositions se sont développés.

Plusieurs de ces recherches se sont fondées ou inspirées des résultats de recherches en psychologie évolutive et en sciences cognitives. Ainsi, les travaux de Piaget, entre 1921 et 1976, ont eu un fort impact.

⁵⁵ Tout le texte en italique, présenté dans la section 5.4.1 ainsi que dans les sous-sections, est tiré de Chavez (2005). Par souci de clarté de présentation, cette façon de citer semblait la plus pertinente et la plus conviviale pour le lecteur.

Tableau 5.4
Caractérisation de quinze courants en ERS
(Inspiré de Chavez, 2005)

Courant ⁵⁶	Conception dominante de la science	Visées de l'ERS	Dimension dominante de l'ERS	Approches dominantes	Exemples de stratégies
Classique/traditionnel	Connaissance	Transmettre au sujet l'ensemble des connaissances et méthodes appartenant aux disciplines scientifiques.	Éducation AU SUJET des sciences	Cognitive Expérimentale	Activité de recherche hypothético-déductive. Étude de phénomènes Observation Expérimentation
Constructiviste	Connaissance	Assister la construction des connaissances et des méthodes scientifiques (développement d'habiletés cognitives).	Éducation AU SUJET de /PAR les sciences	Cognitive Expérimentale	Conflit cognitif Apprentissage guidé
Alphabétisation scientifique et (technologique)	Connaissance Activité	Doter la plupart des élèves de certains éléments rationnels et des informations pertinentes pour favoriser leur participation aux débats publics relatifs aux implications de la recherche scientifique.	Éducation AU SUJET des /PAR les sciences	Cognitive, Pragmatique	Construction d'îlots de rationalité Études de cas : analyse de problématiques sociales dans le but de prendre position Débat

⁵⁶ Chavez (2005) a présenté un essai d'un « plan du territoire » des courants en sciences et en technologie. Ce tableau est basé sur quelques uns des courants proposés, mais la transposition dans une forme correspondante à celui des courants de l'ERE, tel que proposé par Sauvé (2005), constitue un travail inédit.

Science-technologie-société (STS) et Science-technologie-environnement-société (STES)	Connaissance Activité	Favoriser la compréhension des réalités sociales par l'analyse des rapports réciproques entre les savoirs scientifiques, technologiques et les réalités sociales (et environnementales).	Éducation AU SUJET des /PAR les sciences	Cognitive Morale	Étude de cas : analyse de situations problèmes dans le but de prendre des décisions Résolution de problèmes sociotechnologiques Étude de cas Analyse d'objet Analyse des valeurs
Éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique	Connaissance ; Activité	Favoriser la compréhension de l'aspect scientifique des problématiques sociales pour induire un engagement du futur citoyen dans l'action politique.	Éducation PAR/POUR/ AU SUJETdes sciences	Cognitive Pragmatique Praxique	Autogestion pédagogique Résolution de problèmes sociopolitiques dans l'action

De la même manière, les nouvelles propositions paradigmatiques faites par la philosophie, la sociologie et l'histoire des sciences (Bachelard, Kuhn, Lakatos, etc.) ont offert une base épistémologique à l'effervescence didactique des sciences.

Le fondement de cette tendance consiste à mettre en relation les processus de construction des sciences en général avec les processus de construction cognitive des individus. À partir de là, s'est développé tout un mouvement constructiviste pour l'enseignement des sciences et des technologies. Les postulats essentiels de ce mouvement sont que chaque personne construit ses connaissances, qu'elle le fait à partir de ses connaissances antérieures et que l'éducateur en sciences a pour rôle de favoriser le processus constructif des démarches et théories scientifiques chez les apprenants. (Chavez, 2005 : 115)

Le courant constructiviste a été sélectionné au sein de ce cadre théorique puisqu'il correspond à la vision d'une éducation comme processus centrée sur les préconceptions des apprenants, telle la vision adoptée au chapitre 4.

5.4.1.2 Le courant de l'alphabétisation scientifique et (technologique)⁵⁷

De façon générale, cette éducation s'efforce de favoriser une bonne insertion des personnes (sujets) dans la société (occidentale) contemporaine, hautement industrialisée et surchargée de technologies. Fourez et coll. (1994 : 12), soulignent qu'« il y a une quasi-unanimité pour affirmer que, sans aucune familiarité avec les sciences et les technologies, il devient inutile de prétendre avoir une place à part entière dans le monde d'aujourd'hui ». (Chavez, 2005 : 116)

À ce sujet, Barma et Guilbert (2006) ajoutent que selon Beane (1997), le courant de l'alphabétisation scientifique met de l'avant une éducation qui s'efforce de favoriser une bonne insertion des personnes dans la société contemporaine. On vise à doter la

⁵⁷ Certains auteurs (Latour, 1989; Désautels, 1998; Barma et Guilbert, 2006) associés à ce courant évoquent non pas l'idée de culture scientifique mais plutôt l'idée de culture scientifique et technologique. Dans une visée pragmatique, ces auteurs tentent de contourner le lourd débat autour de la différenciation des concepts de science et de technologie. Certains auteurs (Latour, 1989; Prades, 1992; Stengers, 1997; Désautels, 1998; Ramonet, 1998; Ferenczi et Rosnay, 2001; Prades, 2001; Law, 2002; Vigneault et Blais, 2006) font même une contraction linguistique avec le concept de « technoscience ». Mais comme le courant de l'alphabétisation scientifique (et technologique ou technoscientifique) semble être surtout abordé dans une perspective d'éducation relative aux sciences ou d'enseignement relatif aux sciences, il sera présenté dans la section traitant de l'ERS et non pas dans celle présentant l'ERT.

plupart des citoyens de certains éléments rationnels et des informations pertinentes pour favoriser leur participation aux débats publics relatifs aux implications de la recherche scientifique

Les deux buts fondamentaux de l'idée d'alphabétisation scientifique et technologiques sont de : 1) doter la plupart des citoyens moyens d'une certaine culture scientifique, c'est-à-dire leur donner certains savoirs, dits scientifiques, afin d'empêcher qu'ils ne soient mis à l'écart dans une société qui devient de plus en plus technicisée; 2) doter la plupart de citoyens de certains éléments rationnels et des informations pertinentes pour favoriser leur participation aux débats publics relatifs aux implications de la recherche scientifique et technologique (Fourez et coll., 1994, Giordan, 1998). Pour Fourez et coll. (1994 : 49), ce courant vise spécifiquement l'autonomie de l'individu (composante personnelle), la communication avec les autres (composante culturelle, sociale, éthique et théorique), et une certaine maîtrise de l'environnement (composante économique). (Chavez, 2005 : 116)

De plus, Barma et Guilbert (2006) mentionnent que Godin (1999) conteste la vision de l'enseignement traditionnel des sciences en soutenant que la culture scientifique d'aujourd'hui semble abandonner celle d'une collectivité distincte. Il affirme que la culture scientifique peut devenir un moyen pour l'individu de s'approprier la science en établissant des liens avec la société. Barma et Guilbert (2006) ajoutent que selon Hodson (1998), la culture scientifique remplit trois principales fonctions. Elle permet tout d'abord à l'élève de s'approprier et de développer les concepts et les théories scientifiques. Elle permet ensuite d'apprendre à propos de la science, d'en comprendre la nature et les méthodes. Enfin, cette culture permet à l'élève de faire des sciences, de s'engager dans la résolution de problèmes de nature scientifique.

Layton, Jenkins, Macgill et Davey (2003, dans Barma et Guilbert, 2006), ajoutent une dimension environnementale aux buts de l'éducation scientifique. Ceux-ci soulignent que le courant de l'éducation scientifique vient répondre au besoin du grand public de mieux comprendre la nature de la science en rendant plus compréhensible l'activité des scientifiques, en permettant au savoir scientifique de transcender les frontières

géographiques et en faisant comprendre l'importance grandissante des problèmes environnementaux.

Enfin, à l'analyse des propos de Barma et Guilbert (2006), on constate que certains auteurs voient dans le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique un moyen de valoriser les sciences et les carrières scientifiques. En effet, pour Fourez (1994, dans Barma et Guilbert, 2006), dans une perspective qu'il qualifie d'économico-politique, l'ERS (ou l'ERT) servirait notamment à préparer les scientifiques (ou les technologues) à soutenir l'économie d'une société. Fourez établit un lien entre l'instruction, l'augmentation des richesses et le bien-être d'une nation. Dans la même ligne de pensée, Barma et Guilbert (2006) ajoutent que l'association américaine AAAS (1993) voit dans le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique un moyen pour assurer le maintien de la prééminence scientifique et technologique des États-Unis afin qu'ils maintiennent suprématie à l'échelle internationale. Enfin, Barma et Guilbert (2006) mentionnent d'autres auteurs (Aikenhead, 1984; Fensham et Harlen, 1999; Jenkins, 1999; Aikenhead, 2002) qui entretiennent une vision moins compétitive. Pour ceux-ci, le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique permet généralement de favoriser les sentiments et attitudes du public à l'égard des sciences.

Le courant de l'alphabétisation technologique et scientifique a été sélectionné dans ce cadre théorique à cause de son approche des questions scientifiques autour d'« objets » d'apprentissage ou d'« îlots de rationalité ». En effet, sa façon de concevoir les questions scientifiques laisse une grande ouverture aux dimensions d'ERE et d'ERT.

5.4.1.3 Le courant STS et STES

Les courants STS et STES s'inscrivent dans la lignée du courant de l'alphabétisation technologique et scientifique. Ces courants ont surtout pris son essor dans le monde

anglophone, en Australie, aux États-Unis, au Royaume-Uni (Bybee, 1987), et même au Canada anglais (Aikenhead, 1989).

L'enseignement des sciences dans une perspective de science-technologie-société (STS) fut un mouvement très important dans le monde anglophone (Australie, États-Unis et Royaume-Uni) dans la décennie de 1980.

Ce mouvement est apparu comme une réponse à la crise de l'éducation en sciences qu'ont connue de façon marquée les États-Unis. Après avoir reçu pendant plusieurs années une éducation en sciences à l'école secondaire, les apprenants n'arrivaient pas à en retirer beaucoup, étant incapables de mettre en relation les enseignements reçus avec les situations de la vie quotidienne (Yager et Tamir, 1993).

Ce courant se trouve en relation directe avec l'alphabétisation scientifique. Quelques auteurs, tels que Esteban-Santos (2003) et Fourez et coll. (1994) parlent même de la perspective STS comme synonyme d'alphabétisation scientifique.

Les institutions les plus remarquables qui ont formulé les principes de ce courant furent la National Science Teacher Association (NSTA) et l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), toutes deux aux États-Unis. La NSTA (1990) a défini l'approche science-technologie-société comme l'enseignement et l'apprentissage de la science dans le contexte de l'expérience humaine.

Le processus d'enseignement et d'apprentissage des sciences et des technologies dans le cadre du courant STS a pour but fondamental de faire ressortir les rapports réciproques entre les savoirs scientifiques, les technologies et les réalités sociales (Yager et Tamir, 1993). (Chavez, 2005 : 121-122)

D'un autre côté, le courant Science – Technologie – Environnement – Société (STES)⁵⁸ (Zoller, 1987; Tal, Dori, Keiny et Zoller, 2001) se présente comme un hybride du courant STS. Ce courant a pour but la compréhension théorique d'objets scientifiques, mais aussi le développement des capacités de résolution de problème et de l'esprit critique. La visée du STES est celle d'intégrer les considérations sociales à travers des apprentissages issus d'études de cas au sujet de questions éthiques, culturelles, environnementales, politiques et sociales (Tal et coll., 2001).

⁵⁸ Boutard et Sauvé (1991, *In* Sauvé, 1992) ont aussi proposé l'appellation « STS.E ».

Le processus d'enseignement/apprentissage des sciences dans le cadre du courant STS ou du STES a pour but fondamental de faire ressortir les rapports réciproques entre les savoirs scientifiques, les technologies et les réalités sociales (Yager, 1996) et environnementales (Tal et coll., 2001). Pour répondre à certaines critiques, Yager (1996) ajoute que ce courant se préoccupe des éléments cognitifs du processus éducatif, au même titre que ses visées sociales, technologiques et environnementales. L'idée d'inclure les dimensions sociales et technologiques vise spécialement à rendre plus intéressants, plus signifiants et plus accessibles les contenus scientifiques.

Évidemment, en raison de leur nature qui permet d'élargir l'enseignement des sciences aux questions sociales, technologiques et environnementales, ces courants STS et STES apparaissent comme un apport important au cadre théorique intégrateur qui a été choisi.

5.4.1.4. Le courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique

Le courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique se rapproche de celui de l'alphabétisation scientifique et du STS. Cependant, il est classé à part parce qu'il apparaît que l'élément qui le distingue de ceux-ci, l'action sociopolitique, marque un tournant important dans la conception de l'éducation en sciences.

Certains auteurs qui travaillent dans ce courant (Roth et Désautels, 2002) estiment que la manière conventionnelle d'enseigner les sciences stimule la construction d'une vision idéalisée de celles-ci. Par exemple, la science est neutre, la science dit la vérité, la science est un savoir noble, elle découvre des choses, elle est l'affaire de personnes très douées, etc. Roth et Désautels (2002) appellent cette idéalisation la « science scientiste ».

Cette vision idéale de la science favorise une attitude passive de la part du citoyen devant les implications de la recherche technoscientifique. En effet, étant donné que la science et la technologie sont l'affaire d'experts, ces derniers sont les mieux placés pour intervenir dans ces domaines. De cette manière, le citoyen est exclu des débats et des actions sur des sujets qui l'affectent directement.

Les tenants de ce courant proposent une éducation scientifique qui amène le sujet apprenant à sortir de cette aliénation et qui l'amène à construire un rapport critique au savoir scientifique. Pour cela, ils proposent de confronter les apprenants à des problématiques technoscientifiques qui les affectent dans leur vie de tous les jours.

L'objectif final de ce courant est de stimuler l'intervention des citoyens en tant qu'éléments de changement dans le processus d'évolution de la société. Il ne s'agit pas seulement de stimuler la participation aux débats, tel que le proposent les courants de l'alphabétisation scientifique et de l'éducation en science-technologie-société, mais d'induire un certain engagement dans l'action politique, c'est-à-dire de motiver des prises de positions et des décisions éclairées et d'inciter à la réalisation d'activités d'intervention pertinentes. (Chavez, 2005 : 132)

Le courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique a également été retenu dans la construction du modèle éducationnel qui fait l'objet de cette recherche. La proposition d'élargir les visées de l'éducation relative aux sciences en éduquant par l'action politique et citoyenne cadre très bien avec les présupposés théoriques de cette recherche. Enfin, cette visée semble également intégratrice de certains courants de l'ERE et de l'ERT, comme les courants praxéologique, moral/éthique ou de la critique sociale en ERE, ou le courants moral/éthique de l'ERT.

5.4.1.5 Un courant volontairement omis

L'analyse du **courant classique/traditionnel** associés à l'ERS nous permet de conclure que ce dernier est relativement fermés aux possibilités d'intégration. Par conséquent, comme le mentionne Chavez (2005), il est difficile de le caractériser et le délimiter puisque peu d'auteurs le définissent ou s'y situent explicitement.

Le courant classique/traditionnel s'appuie surtout sur une représentation positiviste des sciences biophysiques (correspondant au paradigme industriel identifié par Bertrand et Valois: 1999), qui veut que celles-ci soient la source de savoir la plus valide : elles ont apporté, elles apportent et elles apporteront le bien-être à toute l'humanité.

Chavez (2005 : 111) souligne que « ses partisans sont convaincus que le discours et les démarches scientifiques sont des sources d'éducation en eux-mêmes ». L'auteure ajoute également l'idée qu'il y a dans cette tendance une représentation encyclopédique et cumulative des sciences, qui sont vues comme « un ensemble organisé d'informations « vraies » formé par l'accumulation des résultats de diverses démarches scientifiques» (*Ibid.*).

Enfin, Chavez (2005: 112) ajoute que dans cette conception

il existe une division très marquée entre les disciplines scientifiques: physique (optique, mécanique, cinématique, etc.); chimie (inorganique, organique, analytique, etc.); biologie (botanique, zoologie, anatomie, physiologie, etc.). On peut la qualifier d'éducation disciplinaire. L'objectif est de transmettre (faire assimiler par le sujet) l'ensemble des informations et procédures appartenant aux disciplines scientifiques. Il y a une certaine imposition culturelle celle des sciences occidentales qui essaient de s'imposer aux autres cultures (ancestrale, traditionnelle, expérientielle, etc.).

Tel que mentionné précédemment, les fondements éducatifs positivistes sur lesquels s'appuient ce courant traditionnel de l'ERS sont incompatibles avec nos présupposés théoriques. Par conséquent, le modèle éducationnel proposé aux chapitres 5 et 6 tend à s'éloigner de cette vision de l'enseignement relatif aux sciences.

5.4.2 Une définition de l'ERS

Il n'est pas possible de trouver une définition formelle et spécifique qui s'applique au concept d'éducation relative aux sciences puisque cette appellation est inédite. Comme c'était le cas pour la définition de l'ERE, une définition cohérente de l'ERS doit s'appuyer sur les idées associées aux courants de l'ERS ayant précédemment été jugés pertinents à la construction du modèle éducationnel que propose cette recherche.

Une définition de l'éducation relative aux sciences doit d'abord s'inscrire dans une perspective cognitiviste visant la construction des connaissances et le développement des compétences en sciences (courant constructiviste). De plus, la définition retenue doit permettre aux apprenants de comprendre et de participer aux débats publics relatifs aux implications de la recherche scientifique (courant de l'alphabétisation scientifique). Enfin, une telle définition abordera l'éducation relative aux sciences dans une perspective de compréhension des réalités sociales, technologiques (courant STS) et environnementale (courant STES), permettant ou non un engagement du futur citoyen dans l'action politique (courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique).

Dans cette recherche, la définition retenue est inspirée de la définition de l'éducation scientifique présentée par Guay (2004), mais est aussi influencée par la formulation de la définition de l'éducation relative à l'environnement proposée par Sauvé (1992) :

L'éducation relative aux sciences est un processus qui a pour objectif global d'optimiser la compréhension du monde naturel, social et humain par le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres aux démarches scientifiques d'appréhension du monde.

5.5 Le cadre théorique de l'ERT

Dans la perspective de la construction d'un modèle éducationnel interdisciplinaire comportant aussi des éléments relatifs à la technologie, la section suivante viendra d'abord présenter les courants associés à l'éducation relative à la technologie pour ensuite choisir les plus pertinents. Cette présentation permettra alors de définir le concept d'éducation relative à la technologie.

5.5.1 Une diversité de courants complémentaires

Dans le très récent *International Handbook of Technology Education*, Marc J. De Vries (2006) décrit le champ de savoir, de recherche et d'intervention éducative de l'éducation relative à la technologie comme émergeant et en pleine structuration (voir aussi Black, 1998; Lebaume, 2000; Pannabecker, 2004; Paindorge, 2005). L'introduction de l'éducation relative à la technologie semble une tendance lourde au sein des curriculums internationaux et le champ de recherche à son égard est en pleine effervescence (Jarvinen, 2001).

Par conséquent, la présentation d'un cadre théorique est en soi un défi de grande ampleur puisque le champ même de l'ERT semble peu avancé dans sa propre structuration. Comme le fait remarquer Black (1998), la principale difficulté de structuration à des fins comparatives réside dans la diversité des appellations, des pratiques d'enseignement et des structures éducatives présentes dans les diverses propositions de différents pays.

À des fins comparatives avec la présentation des courants de l'ERE et de l'ERS, la proposition de divers courants en ERT a émergé suite à l'anasynthèse des écrits principaux relatifs à ce champ.

Alors que les cadres théoriques associés à l'ERE et l'ERT ont été construits à partir de synthèses effectuées par d'autres auteurs⁵⁹, la proposition d'un répertoire des courants en ERT a constitué un travail d'analyse beaucoup plus important dans le cadre de cette recherche. Ce dernier présentés au tableau 5.5 et 5.6, s'appuie principalement sur les travaux de Allsop et Woolnough (1990), De Vries (1994) et de

⁵⁹ Les courants en ERE ont été synthétisés par Sauvé (2005). Chavez a proposé un essai du territoire des courants en ERS. Cette synthèse a été bonifiée par les écrits de Barma et Guilbert (2006), relativement au courant de l'alphabétisation technologique et scientifique.

Black (1998) qui ont tenté différentes tentatives de systématisation. Ces systématisations ont été comparées et enrichies par l'analyse de propositions curriculaires récentes en ERT.

On pourra constater que le champ de l'ERT comporte également une riche diversité de propositions, chacune s'appuyant sur une vision particulière de la technologie et de l'action éducative. Comme c'était le cas pour le champ de l'ERE et de l'ERS, une analyse des écrits scientifiques associés à l'ERT permet d'observer une diversité de visions, de discours et de pratiques d'intervention chez ses intervenants (chercheurs, professeurs, enseignants, associations, organisations, etc.).

Alors que les courants présentés en ERS étaient principalement caractérisés par leur représentation générale des sciences et leurs visées, les diverses propositions théoriques et pratiques (approches, stratégies, modèles, démarches) de l'ERT seront regroupées en fonction de visées éducatives globales à l'égard de la technologie et de leur dimensions éducatives dominantes.

Tableau 5.5
Sept courants en éducation relative à la technologie

Parmi les courants plus traditionnels en ERT	Parmi les courants émergeants en ERT
1. Courant artisanal 2. Courant industriel	3. Courant des nouvelles technologies 4. Courant interactionniste 5. Courant du design 6. Courant de la technologie comme compétence transversale 7. Courant moral/éthique

Les diverses propositions théoriques de l'ERT ont donc été rassemblées au sein de sept courants, identifiés au tableau 5.5. Ces courants ont été développés au cours de la plus courte histoire de l'éducation relative à la technologie, témoignant des diverses façons complémentaires de concevoir et de pratiquer la technologie.

Le tableau 5.6 présente une synthèse de chacun des courants mentionnés ci-dessus permettant de les caractériser succinctement à l'aide des catégories suivantes :

- La représentation générale de la technologie ;
- Les visées de l'éducation relative à la technologie, telles que clairement explicitées par les auteurs associés au courant ;
- La dimension dominante de l'ERT ;
- Les approches dominantes ;
- Des exemples d'activités ou de stratégies pédagogiques qui illustrent le courant.

Comme pour la présentation des autres champs d'intervention d'éducative, il convient de mentionner qu'une analyse plus approfondie des théories et des pratiques associées à chacun des courants explicités ci-dessus montre que ceux-ci ne sont pas tous pertinents à l'élaboration du modèle éducationnel que se propose de développer cette recherche. Plusieurs courants impliquent des théories et des pratiques certes intéressantes, mais qui s'appliquent peu aux finalités, aux pratiques et au contexte du modèle voulant être développé ici.

Néanmoins, avant de consulter le tableau 5.6, il convient de définir et de différencier les notions d'objets (O), de systèmes (S), de produits (P) et de procédés (P) (inclus dans l'acronyme OSPP) qui sont couramment utilisées dans la description des diverses activités technologiques.

Tableau 5.6
Caractérisation de sept courants en ERT
(Inspiré de De Vries, 1994⁶⁰)

Courant	Conception dominante de la technologie	Visées de l'ERT	Dimension dominante de l'ERT	Approches dominantes	Exemples de stratégies
Artisanal	Produit	Mettre de l'avant la culture traditionnelle tout en valorisant le développement d'habiletés manuelles et le sens de l'esthétisme.	Éducation AU SUJET de la technologie Éducation PAR la technologie	Instrumentale Créative/esthétique	Conception d'objets ou de produits artisanaux issus de la culture locale
Industriel	Produit	Développer les habiletés manuelles des élèves tout en insistant sur les modes de production en industrie.	Éducation AU SUJET de la technologie Éducation POUR la technologie	Pragmatique Industrielle Productive	Conception d'objets, de systèmes, de produits et de procédés (OSPP) dans un contexte à l'industrie locale Analyse des modes de production d'OSPP
Nouvelles technologies	Activité	Susciter l'apprentissage par l'utilisation d'un environnement d'apprentissage axé sur l'ordinateur ou les diverses technologies de l'information et de la communication.	Éducation PAR la technologie	Expérientielle Pragmatique Interactive	Apprentissage par simulation Apprentissage à distance Apprentissage en interaction avec l'ordinateur Apprentissage par l'utilisation de différents médias

⁶⁰ De Vries (1994) a présenté une première caractérisation des approches et des pratiques en éducation relative à la technologie. Basé sur certains éléments de cette classification, ce tableau constitue une proposition inédite des courants en éducation relative à la technologie. Dans une perspective comparative, la classification des courants de l'ERT que propose cette recherche a été construite dans une forme correspondante à celle des courants de l'ERE, telle que proposée par Sauvé (2005).

Interactionniste	Discipline	Contextualiser les connaissances et les méthodes scientifiques et technologiques pour en faciliter le transfert.	Éducation PAR la technologie	Cognitive Pragmatique Expérimentale	Étude de phénomènes Démonstration Expérimentation Conception d'OSPP Analyse d'OSPP
Design technologique	Produit	Développer l'acquisition de la démarche de design qui comprend des dimensions manuelles et esthétiques.	Éducation AU SUJET de/POUR la technologie	Créative/esthétique Cognitive Instrumentale	Observation Résolution de problèmes technologique par le design d'OSPP Analyse du design d'OSPP
La technologie comme compétence transversale	Activité	Intégrer la technologie comme dimension éducative transversale dans diverses disciplines scolaires.	Éducation PAR la technologie	Cognitive Instrumentale Globale	Intégration des connaissances d'autres disciplines autour de thématiques de nature technologique.
Moral/éthique	Activité	Mettre une emphase particulière sur les valeurs du concepteur ou du designer dans toute activité technologique.	Éducation PAR/AU SUJET de la technologie	Cognitive Affective Morale	Analyse des valeurs sous-jacentes à la production ou au design d'OSPP Analyse du cycle de vie d'OSPP Production d'un éco-bilan lié à des OSPP Design d'OSPP ayant peu d'impact sur l'environnement Audit environnemental

Le programme *Applications technologiques et scientifiques* du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2007a: 2) définit ces concepts de la manière suivante :

*Par **objet technique**, on entend un objet fabriqué par opposition à un objet naturel. Il s'agit d'un objet de construction simple qui a un but utilitaire. Par exemple, un objet peut faire référence à un marteau, une cuillère ou une pince à épiler.*

*Par **système**, on entend un ensemble d'éléments, plus ou moins complexes, ordonnés et en interaction. Un système est destiné à répondre à un besoin déterminé. Une bicyclette, un lave-vaisselle ou un système de chauffage et de ventilation en sont des exemples.*

*Par **produit**, on entend une substance qui résulte de transformations dues à des opérations humaines : par exemple, un produit alimentaire, un vaccin ou un produit de beauté.*

*Finalement, par **procédé**, on désigne les moyens et les méthodes destinées à faire quelque chose, à obtenir un résultat. On fait référence ici aux divers procédés techniques, industriels ou de fabrication, qui sont également des savoirs technologiques.*

5.5.1.1 Le courant artisanal

Le courant artisanal est principalement centré sur le développement des habiletés manuelles des élèves. Il s'agit de mettre en œuvre différents projets dans lesquels les élèves déterminent le design, les matériaux et les manipulations à effectuer. La majorité du temps d'apprentissage est donc consacré à la conception, la construction, l'assemblage et la finition d'un projet.

Pour Kanajova (1994) (voir aussi Alamäki, 1999, 2000), la visée du courant artisanal, que l'on retrouve particulièrement dans les pays scandinaves, est de mettre de l'avant la culture traditionnelle tout en valorisant les travaux manuels et le sens de l'esthétisme. Les élèves y développent diverses habiletés manuelles associées à la

rigueur, à la précision, à la dextérité, mais aussi leur sens de la créativité. L'approche pédagogique consiste donc à mettre l'accent sur la conception d'un objet artisanal, de l'idée initiale jusqu'au produit final. Même si Alamäki (2000) soutient cette approche artisanale demeure limitée cause de son manque de modernité, de Vries (1994) mentionne que ce courant est probablement le plus ancien et que la plupart des courants émergents y trouvent en quelque sorte certaines racines.

Dans le cadre de cette recherche, le courant artisanal a été jugé pertinent à cause de sa visée de développement d'habileté manuelle et du sens de l'esthétisme en lien avec la valorisation de la culture locale. Cette valorisation ouvre la technologie au milieu et donc à certains aspects de l'éducation relative à l'environnement.

5.5.1.2 Le courant des nouvelles technologies

Alors que le courant industriel s'inscrivait dans les tendances de la révolution industrielle, le courant des nouvelles technologies est apparu au cours des années 1980 dans la foulée des nouvelles percées technologiques. À l'époque, ces « nouvelles technologies de l'information et de la communication » ont littéralement révolutionné les pratiques en éducation relative à la technologie, et ce, dans la grande majorité des divers curriculums internationaux (David Treagust et Rennie, 1993).

Dieuzeide (1991) explique que « les technologies de l'information et de la communication (TIC) désignent tous les instruments porteurs de messages immatériels (images, sons, chaînes de caractères) ». Il subdivise les TIC en trois catégories, à la fois historiques et utilitaires : l'audiovisuel, l'informatique et les télécommunications. Les technologies audiovisuelles (images et sons) ont été les premières à servir le domaine de l'éducation. L'aspect « informatique » des technologies (codage et traitement d'informations) est apparu autour des années 70, avec la venue des ordinateurs et de l'interactivité. Puis, l'apparition d'Internet et des

réseaux, c'est-à-dire les télécommunications (délocalisation et transfert d'informations), est survenue plus tard.

Au sein du courant des nouvelles technologies, l'ordinateur et ses applications jouent un rôle prépondérant, mais sans que celui-ci, à titre de système, soit strictement étudié par les élèves. Aux États-Unis (Herschbach, 1992b; Pretzer, 1997; Lewis, 2004), ce courant est principalement axé sur la compréhension du rôle de l'ordinateur, sur son utilisation et sur les manipulations d'informations. Dans certains curriculums, comme en France (Vignes, 1991; Verillon, 2000; Cartonnet, 2002), au Canada (Hill, 2006) ou au Japon (Murata et Stern, 1993; Okuya, 1993), le concept de nouvelles technologies s'étend également à l'automatisation et à la robotique. De plus, non seulement le courant s'est concrétisé dans les objectifs d'apprentissage des élèves, mais il s'est aussi matérialisé dans les pratiques enseignantes, où l'ordinateur, les simulations et les animations ont également gagné en popularité (Raby, 2004; Karsenti et Larose, 2005). Fensham (1990) et Black (1998) soulignent que le courant des nouvelles technologies a tellement gagné en importance que pour plusieurs, le mot technologie est devenu synonyme d'ordinateur⁶¹.

Les pratiques et les approches pédagogiques liées au courant qui nous intéresse ici sont diverses et nombreuses. L'utilisation de l'ordinateur, à titre d'agent d'apprentissage, offre d'innombrables possibilités : manipulation mathématique et graphique des données, présentation d'exposés interactifs, simulations, suivi de l'évolution d'un système en temps réel, rétroaction des élèves en temps réel, etc.

Le courant des nouvelles technologies est tellement répandu dans les curriculums qu'il serait difficile d'en faire abstraction dans la construction du modèle

⁶¹ À ce sujet Raby (2003) souligne les travaux de nombreux auteurs américains (tels Adams, 1985 ; Hadley et Sheingold, 1993 ; Becker, 1994 ; Morton, 1996 ; Salisbury, 1996 ; Berg, Benz, Lasley et Raisch, 1997 ; Kent et McNergney, 1998 ; Dias, 1999 ; Dockstader, 1999, *In* Raby, 2003) qui utilisent les termes « technology » et « computer » comme des équivalents.

éducatif que propose cette recherche. C'est donc dans la perspective des TICs comme médias ou comme agents d'apprentissage, et non comme finalité éducative à l'ERT en soi, que ce courant est retenu.

5.5.1.3 Le courant interactionniste

Tel que présenté dans l'exposé de la problématique de cette thèse, plusieurs chercheurs, enseignants et didacticiens ont constaté au début des années 1990 que l'éducation relative aux sciences était en état de crise. Ceux-ci notaient chez les élèves de graves difficultés de transfert des connaissances scientifiques.

C'est donc dans l'idée de contextualiser les connaissances et les méthodes scientifiques, pour en faciliter le transfert, qu'est apparu le courant interactionniste, où la technologie est présentée comme application des méthodes et des savoirs scientifiques.

Mais il ne faut pas voir là une relation de subordination entre science et technologie. Dans certains curriculums, comme en Finlande (Colding-Joergensen, Jensen, Joergensen, Paulsen et Paulsen, 1990, dans Alamäki, 2000), les relations entre les sciences et la technologie sont intégrées à l'activité éducative dans une perspective de réciprocité. On y étudie, à parts égales, la science et la technologie. Pour conférer à ce courant une certaine crédibilité, Jobling et Jane (1996: 122) soutiennent que la relation entre l'éducation relative aux sciences et l'éducation relative à la technologie se doit d'être symbiotique :

We use the term 'symbiotic' to describe the position where science education and technology education interact in a mutually beneficial way. Science often provides a purpose for technology, whilst products designed and made by technologists can enable scientists to carry out their investigations.

Par contre, comme le soulignent Fensham (1990) et De Vries (2000), il existe une vision très répandue en ERT selon laquelle l'éducation relative à la technologie est réduite à la simple application de connaissances et de méthodes scientifiques. À ce sujet, Sanders (1994: 4) insiste sur le fait que « dans plusieurs systèmes éducationnels ayant une histoire bien établie en enseignement des sciences, la technologie est normalement vue comme une science appliquée » (traduction libre). Selon plusieurs auteurs (Hacker, 1988; de Vries, 1994; Naughton, 1994; Black, 1998; Pitt, 2000; Jarvinen, 2001), cette idée constitue une mauvaise conception et mérite d'être corrigée. En effet, ces auteurs soutiennent que l'éducation relative à la technologie a une finalité, des savoirs, des pratiques et des approches qui lui sont propres.

Dans le cadre de cette recherche, nous considérons que l'ERS et l'ERT sont des champs qui ne se subordonnent pas. Ces champs d'intervention éducative comportent leurs propres finalités, connaissances, compétences, habiletés, etc. Leur intégration permettrait de contextualiser le champ homologue de manière à favoriser le transfert des apprentissages des élèves. Dans le même ordre d'idées, il sera pensable d'envisager l'ERE dans la perspective d'une contextualisation de l'ERS et l'ERT.

5.5.1.4 Le courant du design technologique

Le courant du design technologique est souvent présenté comme une évolution du courant artisanal. On y garde la même perspective du développement des habiletés manuelles, de précision, de rigueur et de dextérité, mais on laisse tomber l'aspect culturel pour y inclure divers aspects esthétiques liés au design (Pavlova, 2002a). La technologie est donc présentée comme une démarche précise, systématique et généralisable comportant une série de règles et d'étapes à suivre pendant la réalisation d'un projet. (Williams, 1994)

Selon Black (1998), le courant du design technologique est très répandu au Royaume-Uni (Irlande du Nord et Écosse). Aux États-Unis, on ajoute à l'idée de design une

perspective de résolution de problème technologique de manière à en contextualiser les apprentissages (ITEA, 1998). Au sein du programme *Applications technologiques et scientifique* au Québec (Gouvernement du Québec, 2007a: 30) on définit ainsi la démarche de design :

La démarche de design consiste en une activité créatrice qui permet, à partir d'un besoin exprimé, de conceptualiser et de matérialiser un univers de formes, de couleurs, de matières et de textures. Dans le travail d'élaboration et de réalisation d'un objet ou d'un système, cette démarche oblige à considérer non seulement les apparences extérieures, mais également les relations de structure et de fonction qui font d'un produit une unité cohérente où l'aspect fonctionnel et l'esthétique répondent à des impératifs de fabrication et d'utilisation. En design, les éléments fonctionnels, les solutions de construction, les matériaux, les dessins, les maquettes, les techniques et la fabrication s'appuient sur un contexte et des contraintes dont il faut tenir compte.

Dans certains des programmes d'ERT, quelques auteurs (Clark, 1989; Alamäki, 1999; Jarvinen, 2001) soulignent que les écoles techniques et les facultés universitaires d'ingénierie sont souvent impliquées de manière à favoriser les carrières dans les métiers techniques et le génie.

Dans le cadre du modèle éducationnel proposé, la notion de design, dans une perspective de résolution de problème pour la contextualisation des apprentissages, semble porteuse à l'égard de l'intégration des trois champs d'intervention éducative concernés. C'est la raison pour laquelle le courant du design technologique a également été retenu.

5.5.1.5 Le courant de la technologie comme compétence transversale

Depuis la fin des années 1990, de nombreux systèmes scolaires ont proposé des changements curriculaires autour d'approches par compétence (Jonnaert, 2002). Dans

ces curriculums, on a souvent introduit le concept de compétences transversales⁶² (*Key competencies* ou *Key skills* chez les Anglo-Saxons) qui sont des compétences ne relevant pas de disciplines spécifiques, mais qui traversent les programmes disciplinaires (Gouvernement du Québec, 2003). Les compétences à développer sont donc sous la responsabilité de tous les enseignants et de toutes les disciplines. Dans cette perspective, la technologie n'est pas une discipline en soi qui doit être enseignée dans un cours particulier, mais bien une dimension éducative qui peut s'insérer, ou être infusée, dans diverses disciplines.

Par exemple, les nouveaux programmes nationaux de l'Australie et du Royaume-Uni comportent une compétence transversale liée à l'utilisation de la technologie (Mayer, 1992; SQA, 2003). De leur côté, les balises nationales américaines dépassent la vision d'une technologie associée aux TIC en proposant une technologie associée à l'analyse et au design d'objets et de systèmes (ITEA, 1998). Enfin, pour certaines provinces anglophones canadiennes (Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, 1997) et pour la Nouvelle-Zélande (SQA, 2003), l'une des compétences transversales met de l'avant le courant STS qui mise sur l'établissement de liens entre les aspects humains, sociaux et environnementaux de la technologie.

5.5.1.6 Le courant moral/éthique

Dans une perspective différente que les courants de l'ERT précédemment explicités, le courant moral/éthique met de l'avant l'exploration des valeurs sous-jacentes à toute activité technologique. Selon les tenants de ce courant (Barlex, 1993; Prime, 1993; McLaren, 1997; Breckon, 1998; Holdsworth et Conway, 1999; Pavlova, 2002b), il est primordial que l'enseignement relatif à la technologie sensibilise les élèves au rôle qu'ils jouent et aux responsabilités qui leur incombent dans une société dite technologique. Les valeurs de rationalité et d'efficacité normalement associées à

⁶² Nous avons présenté et caractérisé le concept de compétence transversale au chapitre 4, qui définit aussi les divers autres concepts associés aux tendances curriculaires récentes.

l'ERT doivent également être discutées à la lumière de diverses considérations morales.

Pour Margarita Pavlova (2002), les enseignants devraient considérer la relation entre l'efficacité et la responsabilité à titre de point de départ pour aborder l'exploration des valeurs liées à l'activité technologique. Elle propose donc le *regulative model of professional morality* qui vise à remplacer les valeurs d'efficacité par celles liées à la responsabilité à titre de cadre de référence dans le développement d'un environnement approprié en enseignement relatif à la technologie. Pavlova (2004) ajoute que les enseignants devraient se servir des activités en eRT (design, conception, analyse, etc.) pour aborder les questions morales, et non dans une perspective fonctionnelle voulant former l'élève aux demandes des entreprises.

Dans une perspective pédagogique, les propos de certains auteurs (Elshof, 2003; Pavlova, 2004) cadrent bien avec les présupposés sur lesquels repose le modèle éducationnel proposé. En effet, dans une perspective environnementale de l'enseignement relatif à la technologie, ces auteurs proposent aux enseignants de travailler autour des aspects éthiques des diverses décisions prises à travers tous les processus de conception ou de design de produits, et ce, en accordant une grande attention à l'impact environnemental de ceux-ci. On fait ici référence à l'idée de « design pour l'environnement » ou à la démarche d'« analyse du cycle de vie d'un produit » qui visent à questionner l'élève-producteur de biens sur sa responsabilité à l'égard de l'environnement.

5.5.1.7 Un courant volontairement omis

Dans la construction d'un modèle éducationnel interdisciplinaire et intégrant des dimensions de l'ERE, de l'ERS, et de l'ERT, le **courant industriel** a été mis de côté puisque jugé difficilement susceptible d'être porteur d'intégration.

Se situant dans la continuité du courant artisanal, le courant industriel tend à développer les habiletés des élèves, mais selon les demandes du milieu de la production industrielle. Ainsi, y est mis un accent particulier sur la préparation au travail, souvent dans un environnement d'apprentissage ressemblant à celui des industries locales. En Europe, Black (1998) mentionne que ce courant s'est surtout répandu dans les sociétés de tradition socialiste, de manière à développer les habiletés manuelles des futurs travailleurs d'usines de production de masse. Aux États-Unis, Clark (1989) ajoute que ce courant s'est imposé de lui-même pour pouvoir suffire aux demandes des marchés à l'époque de la révolution industrielle américaine. Pour Mohrman et Lawler (1981), cette collaboration entre l'école et l'industrie était nécessaire pour soutenir les besoins en main-d'œuvre de l'industrie.

5.5.2 Une définition de l'ERT

Comme c'était le cas pour la proposition d'une définition de l'ERS, il n'est pas possible de trouver une définition formelle et spécifique au concept d'éducation relative à la technologie, puisque cette appellation est inédite.

La définition de l'éducation relative à la technologie qui sera retenue devra permettre de faire référence à la construction des connaissances et compétences technologiques (courants interactionniste, du design et des nouvelles technologies). Elle s'inscrira également dans la visée d'une éducation relative à la technologie permettant le développement de savoir-faire, d'habiletés techniques et même esthétiques (courants artisanal, du design, des nouvelles technologies et de la technologie comme compétence transversale). Enfin, la définition pourra laisser place à diverses réflexions sur l'utilisation de la technologie et du rôle qu'ont les concepteurs/utilisateurs à l'égard de la société et de l'environnement (courant moral/éthique).

La définition qui est ici proposée s'inspire donc de la définition retenue en ERS (inspirée de Guay (2004), mais est également influencée par la définition de l'ERE proposée par Sauvé (1992) :

L'éducation relative à la technologie est un processus qui a pour objectif global d'optimiser l'action sur le monde naturel, social et humain par le développement de savoirs, savoir-faire et savoir-être propres aux démarches technologiques.

* * *

S'achève ici la présentation du répertoire des divers courants des champs d'intervention éducative sur lesquels repose cette recherche. L'exploration des divers territoires éducatifs trouve sa pertinence dans la recherche d'éléments théoriques permettant de formuler une définition de chacun des trois champs, ERE, ERS et ERT. Il s'agit de construire ainsi les composantes d'un modèle éducationnel de l'enseignement interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie qui inclut certaines dimensions d'éducation relative à l'environnement. En cohérence avec ces composantes conceptuelles, la section suivante viendra présenter la dimension théorique de ce modèle, alors que le chapitre 6 en présentera des balises praxéologiques.

5.6 L'intégration des diverses dimensions de l'ERE, l'ERS et de l'ERT

Au cours des sections précédentes, ont donc été définis les concepts centraux du modèle éducationnel que propose cette recherche. L'identification et l'explicitation des courants de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie – jugés pertinents dans le cadre d'un enseignement/apprentissage intégré ERS/ERT/ERE – ont permis d'identifier des éléments essentiels d'une définition de chacune de ces dimensions éducatives et de construire ainsi les bases conceptuelles du modèle éducationnel proposé. Les concepts d'interdisciplinarité et d'intégration étant au centre du modèle éducationnel

proposé, il importait de formuler des définitions de ces trois champs afin d'envisager leur arrimage au sein d'un curriculum cohérent.

Il est utile de rappeler que dans le cadre de cette recherche, une nouvelle nomenclature a été proposée de manière à mieux cerner les concepts d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie en englobant leurs diverses dimensions : éducation « au sujet de », « par », « dans » et « pour ». Nous avons vu également que les divers courants associés aux trois champs d'intervention éducative s'inscrivent dans l'une ou plusieurs de ces dimensions éducatives.

C'est précisément par cette « entrée » des dimensions éducatives des champs d'intervention éducative de l'ERE, l'ERS et l'ERT, que sera structurée la présentation de ce modèle. La mise en relation systématique et réfléchie de ces dimensions éducatives vise à faire émerger un modèle éducationnel qui réponde aux préoccupations enseignantes, et qui tiendra compte des divers problèmes d'arrimage soulevés par plusieurs auteurs au chapitre 2 intitulé *Problématique*.

Ainsi, le modèle éducationnel proposé peut être présenté sous la forme d'une matrice multidimensionnelle où se croisent les différentes dimensions éducatives de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. Cette matrice a été construite dans la perspective de mettre en évidence leurs points de convergence et de divergence, de manière à mieux les intégrer. De façon à concevoir un modèle qui représente bien toutes les facettes de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT, les croisements logiques ont dû être effectués en deux temps. La dimension de *l'éducation relative aux sciences* (premier croisement) **par la technologie** (deuxième croisement) est un exemple du résultat possible de ce double croisement.

Il convient de mentionner qu'un croisement purement logique de toutes les combinaisons possibles fait émerger de nombreuses dimensions éducatives. Le tableau 5.7 présente ces multiples possibilités. Quand on y observe de façon plus

attentive les multiples croisements générés, on constate que plusieurs croisements sont redondants. Par exemple, la dimension de *l'éducation par la technologie pour l'environnement* est semblable, voire sémantiquement identique à celle de *l'éducation pour l'environnement par la technologie*.

De manière à proposer un modèle éducationnel plus simple, cette matrice multidimensionnelle trop complexe a été réduite dans une perspective de non-redondance. Les dimensions redondantes ou synonymes ont été fusionnées entre elles.

Ensuite, la pertinence de chacune des dimensions restantes a été évaluée de façon à s'assurer que ces dernières avaient une signifiante réelle ou une correspondance avec un certain type de pratique pédagogique possible en ERS, ERE ou ERT.

En effectuant une telle analyse, les dimensions de l'«*éducation par ...*» et de l'«*éducation dans l'environnement...*» ont été jugées non pertinentes **dans le premier niveau de croisement**. En effet, tel que présenté à la section 5.2, l'«*éducation par ...*» est envisagée comme une ressource pédagogique ou comme un agent d'apprentissage.

Tableau 5.7

Matrice des dimensions éducatives possibles dans le croisement logique des dimensions éducatives de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT

Niveau 1	Éducation par ...	Éducation pour ...	Éducation au sujet ...	Éducation dans ...
Technologie	Éducation par la technologie pour l'environnement	Éducation pour la technologie par l'environnement	Éducation au sujet de la technologie pour l'environnement	Pas de sens logique (éducation dans la technologie ...)
	Éducation par la technologie pour les sciences	Éducation pour la technologie par les sciences	Éducation au sujet de la technologie pour les sciences	Pas de sens logique

	Éducation par la technologie au sujet des sciences	Éducation pour la technologie au sujet des sciences	Éducation au sujet de la technologie par les sciences	Pas de sens logique
	Éducation par la technologie au sujet de l'environnement	Éducation pour la technologie au sujet de l'environnement	Éducation au sujet de la technologie par l'environnement	Pas de sens logique
	Éducation par la technologie dans l'environnement	Éducation pour la technologie dans l'environnement	Éducation au sujet de la technologie dans l'environnement	Pas de sens logique
Sciences	Éducation par les sciences pour l'environnement	Éducation pour les sciences par l'environnement	Éducation au sujet des sciences pour l'environnement	Pas de sens logique (éducation dans les sciences ...)
	Éducation par les sciences pour la technologie	Éducation pour les sciences par la technologie	Éducation au sujet des sciences pour la technologie	Pas de sens logique
	Éducation par les sciences au sujet de la technologie	Éducation pour les sciences au sujet de la technologie	Éducation au sujet des sciences par la technologie	Pas de sens logique
	Éducation par les sciences au sujet de l'environnement	Éducation pour les sciences au sujet de l'environnement	Éducation au sujet des sciences par l'environnement	Pas de sens logique
	Éducation par les sciences dans l'environnement	Éducation pour les sciences dans l'environnement	Éducation au sujet des sciences dans l'environnement	Pas de sens logique
Environnement	Éducation par l'environnement pour les sciences	Éducation pour l'environnement par les sciences	Éducation au sujet de l'environnement par les sciences	Éducation dans l'environnement par les sciences
	Éducation par l'environnement pour la technologie	Éducation pour l'environnement par la technologie	Éducation au sujet de l'environnement par la technologie	Éducation dans l'environnement par la technologie

	Éducation par l'environnement au sujet des sciences	Éducation pour l'environnement au sujet des sciences	Éducation au sujet de l'environnement pour les sciences	Éducation dans l'environnement au sujet des sciences
	Éducation par l'environnement au sujet de la technologie	Éducation pour l'environnement au sujet de la technologie	Éducation au sujet de l'environnement pour de la technologie	Éducation dans l'environnement au sujet de la technologie
	Non approprié	Non approprié	Non approprié	Éducation dans l'environnement pour les sciences
	Non approprié	Non approprié	Non approprié	Éducation dans l'environnement pour la technologie

Les trois dimensions de l'« éducation par ... »⁶³ présentent l'environnement, les sciences ou la technologie comme pouvant contextualiser de manière signifiante les apprentissages en fournissant des savoirs, des démarches méthodologiques ou des éléments de réponse à diverses problématiques. Les dimensions de l'« éducation par ... » sont plutôt vues comme des composantes de type opératoire ou instrumental, au service d'une visée de formation⁶⁴. De même, la dimension de l'« éducation dans l'environnement » a été présentée comme faisant référence au lieu physique du déroulement d'une activité éducative. L'idée d'éduquer « dans l'environnement » ne correspond pas, dans le cadre de cette recherche, à une visée pédagogique de premier ordre (niveau). Toutefois, il est utile d'insister sur le fait que les dernières réflexions partagées ici n'impliquent pas la disparition des dimensions de l'« éducation par ... » et de l'« éducation dans l'environnement » dans le modèle éducationnel proposé. Ces réflexions impliquent seulement que les dimensions ne constituent pas une visée

⁶³ Il s'agit de l'éducation par l'environnement, de l'éducation par les sciences ou de l'éducation par la technologie.

⁶⁴ Néanmoins, nous reconnaissons qu'une éducation par l'environnement dépasse le sens d'une instrumentation essentiellement didactique : le courant de l'éco-éducation est éloquent à ce sujet.

éducative de premier niveau, mais qu'elles seront présentes dans le deuxième niveau de croisement.

Pour mieux illustrer ces propos, le tableau 5.8 présente une matrice de croisement simplifiée, dans laquelle les dimensions de l'« éducation par ... » et de l'« éducation pour ... » n'ont pas été considérées comme pertinentes au premier niveau de croisement.

La section suivante présentera le résultat du travail de réduction du nombre de dimensions possibles au croisement de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. La matrice dimensionnelle qui y sera présentée comporte six dimensions éducatives générales qui englobent seize dimensions éducatives spécifiques.

Tableau 5.8
Matrice des dimensions éducatives sélectionnées permettant l'intégration cohérente et pertinente de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT

1er niveau de croisement	Education AU SUJET ...			Éducation POUR ...		
			↓ ... de l'environnement ...			↓ ... l'environnement ...
			↓ ... des sciences ...			↓ ... les sciences ...
			↓ ... de la technologie ...			↓ ... la technologie ...
2e niveau de croisement			↘			↘
			↙			↙
			PAR ...			DANS ...
			↓ ... les sciences			↓ ... l'environnement
			↓ ... la technologie			
			↓ ... l'environnement			

Les diverses dimensions illustrées dans le tableau ci-dessus doivent donc être envisagées comme des dimensions pertinentes mais également complémentaires. Qui

plus est, les six dimensions éducatives générales et les seize dimensions éducatives spécifiques à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement ne doivent certainement pas être perçues comme des prescriptions pédagogiques. Ces dimensions éducatives constituent diverses possibilités théoriques et pratiques qu'il convient de définir.

5.7 Volet fondamental du modèle éducationnel proposé

Ce chapitre 5 se poursuit avec la présentation du volet fondamental du modèle éducationnel. Une telle dimension théorique repose sur la clarification et l'intégration entre eux de divers éléments de théorie formelle (définitions des concepts) et axiologique (visées) relatifs aux champs de l'éducation relative aux sciences, de l'éducation relative à la technologie et de l'éducation relative à l'environnement. La dimension praxéologique (approches et stratégies) sera présentée au chapitre 6.

Tel que mentionné précédemment, la dimension théorique du modèle éducationnel peut être représentée sous forme d'une matrice multidimensionnelle où se croisent entre elles les différentes dimensions de l'ERE, l'ERS et ERT. Ces croisements ont été effectués dans la perspective de mettre en évidence les points de convergence et les divergences entre ces dimensions, et de mieux les intégrer entre elles.

Après avoir effectué un premier travail de réduction des dimensions possibles d'un éventuel modèle éducationnel, on dégage donc six dimensions éducatives générales et seize dimensions éducatives spécifiques. Ces diverses dimensions éducatives constituent des composantes complémentaires de l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie incluant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. Le tableau 5.9 présente tout d'abord les dimensions générales du modèle éducationnel.

Tableau 5.9
Dimensions éducatives générales dans un contexte d'enseignement
interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie intégrant une
préoccupation d'éducation relative à l'environnement

... AU SUJET POUR ...
L'éducation au sujet de l'environnement ...	L'éducation pour l'environnement ...
L'éducation au sujet des sciences ...	L'éducation pour les sciences ...
L'éducation au sujet de la technologie ...	L'éducation pour la technologie...

Pour chacune de ces dimensions éducatives générales, le tableau 5.10 vient ajouter les dimensions éducatives spécifiques.

Tableau 5.10
Dimensions éducatives spécifiques à un contexte d'enseignement
interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie intégrant une
préoccupation d'éducation relative à l'environnement

L'éducation au sujet de l'environnement ... 1. ... par les sciences ; 2. ... par la technologie ;	L'éducation pour l'environnement ... 1. ... par les sciences ; 2. ... par la technologie ;
L'éducation au sujet des sciences ... 1. ... par l'environnement ; 2. ... dans l'environnement ; 3. ... par la technologie ;	L'éducation pour les sciences ... 1. ... par l'environnement ; 2. ... dans l'environnement ; 3. ... par la technologie ;
L'éducation au sujet de la technologie ... 1. ... par l'environnement ; 2. ... dans l'environnement ; 3. ... par les sciences.	L'éducation pour la technologie ... 1. ... par l'environnement ; 2. ... dans l'environnement ; 3. ... par les sciences.

Les sections suivantes présentent systématiquement chacune des dimensions éducatives générales et spécifiques de ce modèle éducationnel. Leur présentation est organisée autour des six dimensions éducatives générales.

Les seize dimensions éducatives sont d'abord définies, pour ensuite être caractérisées à l'aide des éléments théoriques et axiologiques provenant des courants de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT qu'elles interpellent.

Chacune des dimensions éducatives spécifiques seront synthétisées par la présentation d'un tableau indiquant leurs visées ainsi que les courants qui peuvent y contribuer⁶⁵.

5.7.1 L'éducation au sujet de l'environnement

L'« éducation *au sujet* de l'environnement » vise l'acquisition de connaissances relatives à l'environnement et des habiletés requises pour acquérir ces connaissances. La plupart du temps, l'éducation au sujet de l'environnement fait référence à une représentation écosystémique de l'environnement dans laquelle l'environnement est défini par un ensemble de systèmes naturels et sociaux étant en relation réciproque et dépendante. L'action éducative s'inscrivant dans cette perspective vise donc à favoriser les apprentissages qui concernent les diverses composantes biophysiques de l'environnement – en interaction avec les composantes sociales – on parlera de réalités socio-écologiques. L'accent est mis sur les interactions entre les humains et les écosociosystèmes : enjeux, problèmes, solutions, possibilités d'écodéveloppement, etc. Les divers angles d'approche de l'environnement seront considérée (environnement comme nature, ressource, milieu de vie, etc.) et diverses perspectives seront prises en compte (politique, économique, esthétique, éthique, etc.).

Dans cette recherche, la dimension générale de l'« éducation *au sujet* de l'environnement » est constituée de deux dimensions éducatives spécifiques :

⁶⁵ Il pertient de mentionner qu'un tableau-synthèse de plus grande envergure, caractérisant les seize dimensions éducatives du modèle proposé (aspects théoriques et praxéologiques), est présenté à la fin du chapitre 6.

l'éducation au sujet de l'environnement par les sciences et l'éducation au sujet de l'environnement par la technologie.

La dimension éducative de l'*éducation au sujet de l'environnement par les sciences* (tableau 5.11) vise l'acquisition de savoirs⁶⁶ au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissages relatives aux sciences. Comme le soulignent Sauvé, Berryman et Brunelle (2003), la pertinence du contexte de l'enseignement des sciences comme lieu d'apprentissage au regard des problématiques environnementales est reconnue dans les nouvelles propositions curriculaires à l'échelle internationale.

Cette dimension spécifique s'inscrit tout d'abord dans la perspective du courant systémique en ERE. Celui-ci vise une meilleure compréhension des réalités en permettant d'identifier les différentes composantes d'un système environnemental et de mettre en lumière les relations entre ces composantes, dont les relations entre les éléments biophysiques et les éléments sociaux d'une situation environnementale.

En outre, le courant scientifique de l'ERE contribue à cette dimension en mettant un accent particulier sur la démarche scientifique, dans le but d'aborder avec rigueur les réalités et les problématiques environnementales pour mieux les comprendre. Évidemment, le contexte de l'enseignement relatif aux sciences se prête particulièrement bien à cette démarche en ce qui a trait plus spécifiquement à l'approche des réalités et les phénomènes biophysiques.

En ce qui concerne les courants interpellés en ERS, le courant de STS/STES propose la prise en compte des dimensions sociales des questions scientifiques et technologiques, en examinant les aspects éthiques, culturels, environnementaux,

⁶⁶ Dans ce cas-ci, et ce, pour tout le reste du texte, l'idée de savoir fait référence de manière générale à l'acquisition de connaissances ou au développement d'habiletés, d'attitudes ou de compétences disciplinaires ou même transversales.

politiques et sociaux des réalités qui font l'objet d'études de cas. Dans cette perspective, l'élève peut, notamment, réaliser des apprentissages au sujet de l'environnement, et ce, dans un contexte d'enseignement relatif aux sciences.

Dans un contexte semblable, mais beaucoup plus centré sur l'action, le courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique semble également s'ouvrir à divers apprentissages au sujet de l'environnement. Même si dans les écrits de ses instigateurs (Roth et Désautels, 2002; Roth et al., 2003; Roth et Lee, 2004), on fait surtout référence à la relation entre science-technologie-société, une lecture plus approfondie permet de constater qu'une préoccupation environnementale y est aussi présente.

Tableau 5.11
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET de l'environnement PAR les sciences

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Systémique • Scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • STS / STES • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	Aucun courant répertorié

De la sorte, la dimension éducative de l'*éducation au sujet de l'environnement par la technologie* (tableau 5.12) vise l'acquisition de connaissances au sujet de l'environnement, de ses problèmes, de ses enjeux, mais au moyen d'activités d'éducation technologique ou d'enseignement relatif à la technologie.

Comme la plupart des dimensions de l'enseignement relatif à la technologie, celle-ci est beaucoup moins connue et documentée que celle de l'*éducation au sujet de*

l'environnement par les sciences. À l'analyse des représentations mêmes de l'environnement, on ne semble pas retrouver de représentations de l'environnement qui concernent directement le rapport technologique à l'environnement, sinon à travers la représentation de l'environnement comme un ensemble de ressources à exploiter. À ce sujet, il serait peut-être intéressant de compléter la typologie de Fortin-Debart (2003), en proposant l'idée d'une **représentation technocentrique** où l'idée d'environnement serait surtout centrée sur les objets, les systèmes, les produits et les procédés (OSPP), construits ou développés par les humains, voire même par les autres espèces.

Peu de courants en ERE semblent se situer explicitement dans la dimension de *l'éducation au sujet de l'environnement par la technologie*. Le courant systémique, visant une compréhension systémique des réalités et problématiques environnementales pourrait néanmoins s'y inscrire. On pourrait orienter l'analyse systémique, inhérente à ce courant, sur les composantes technologiques d'un système environnemental. Cela permettrait de mettre en lumière les impacts environnementaux des objets, des systèmes, des produits et des procédés (OSPP) normalement utilisés dans les activités d'apprentissage relatives à la technologie.

D'un autre côté, le courant STS/STES normalement rattaché à l'ERS pourrait aussi enrichir cette dimension. En effet, celui-ci propose la prise en compte des dimensions sociales des questions scientifiques et technologiques, en examinant les aspects éthiques, culturels, environnementaux, politiques et sociaux des réalités à l'étude. Ainsi, l'analyse d'une problématique environnementale, comportant plusieurs aspects de nature technologique, se situerait bien dans cette dimension d'une *éducation au sujet de l'environnement par la technologie*.

Aussi, certains courants associés à l'ERT, sans que cela soit explicitement évoqué dans la documentation scientifique, peuvent s'ouvrir à la perspective d'une éducation

au sujet de l'environnement. Par exemple, le courant des nouvelles technologies, surtout si celles-ci sont présentées à titre de médias ou d'agent pour favoriser l'apprentissage, pourrait proposer des situations qui impliquent des problématiques ou des enjeux environnementaux.

De même, il serait envisageable d'intégrer des éléments du courant de la technologie comme compétence transversale à des apprentissages en éducation au sujet de l'environnement. En outre, l'idée de contextualisation associée au courant interactionniste, ayant principalement émergé dans la contextualisation des apprentissages en enseignement relatif aux sciences (eRS), pourrait s'orienter vers l'idée de contextualisation des contenus liés aux diverses questions environnementales.

Enfin, le courant artisanal et le courant du design (ce dernier en est une version modernisée) pourraient s'ouvrir à cette dimension. En effet, dans leurs visées de développement des habiletés manuelles de l'apprenant et de l'apprentissage d'une démarche de conception/création, on pourrait envisager un contexte éducatif axé sur la compréhension de savoirs et savoir-faire ou le développement de compétences liées à des questions environnementales.

Quant au courant moral/éthique de l'ERT, récemment institué par plusieurs auteurs (Barlex, 1993; Prime, 1993; McLaren, 1997; Breckon, 1998; Holdsworth et Conway, 1999; Pavlova, 2002b), il fait explicitement référence à des dimensions de l'ERE. Ce courant vise principalement l'exploration des valeurs sous-jacentes à toute activité technologique. Bien qu'on sente à l'analyse de ces écrits que ce courant s'inscrit surtout dans la perspective d'une éducation *pour* l'environnement, il serait pensable de l'envisager dans la dimension de l'éducation *au sujet* de l'environnement.

Tableau 5.12
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET de l'environnement PAR la technologie

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Systémique 	<ul style="list-style-type: none"> • STS/STES 	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal • Nouvelles technologies • Interactionniste • Technologie comme compétence transversale • Design technologique • Moral / éthique

5.7.2 L'éducation au sujet des sciences

L'« *éducation au sujet des sciences* » est la dimension la plus ancienne et la plus répandue dans les anciens curriculums de sciences. Traditionnellement axée sur le contenu, cette dernière vise l'acquisition de connaissances relatives aux sciences et des habiletés requises pour acquérir ces connaissances. Les sciences y sont principalement et presque essentiellement présentées à titre d'objet d'apprentissage.

Dans les curriculums plus récents, cette dimension est encore présente, mais les connaissances scientifiques sont plutôt présentées comme des *ressources* pour le développement des compétences de nature scientifique (Jonnaert et Laurin, 2001; Le Boterf, 2001; Gouvernement du Québec, 2006).

Telle que signalé au chapitre 4, la dimension de l'« *éducation au sujet des sciences* » fait principalement référence à la conception de la science comme forme de connaissance, c'est-à-dire un système substantiel et factuel de connaissances (Pitt,

2002) axé sur la compréhension du monde (Staudenmaier, 1985; Pop, 2002; Pitt, 2000).

Mis à part l'idée d'enseignement/apprentissage de connaissances et d'habiletés inhérentes aux sciences, la dimension de l'« *éducation au sujet des sciences* » peut également impliquer certaines réflexions critiques au sujet de la nature même des sciences, à titre de type d'activité humaine. En effet, certains auteurs associés au courant de l'alphabétisation scientifique et technologique (Latour, 1989; Fourez, 1994; Hodson, 1998; Fourez, Maingain et Dufour, 2002) proposent d'inclure à l'ERS une sensibilisation à l'épistémologie des sciences, de manière à permettre une meilleure compréhension de la façon dont les sciences sont construites.

Dans le cadre ce modèle éducationnel, la dimension générale de l'« *éducation au sujet des sciences* » est constituée de trois dimensions éducatives spécifiques : *l'éducation au sujet des sciences par l'environnement*, *l'éducation au sujet des sciences dans l'environnement* et *l'éducation au sujet des sciences par la technologie*.

La première dimension, *l'éducation au sujet des sciences par l'environnement* (tableau 5.13), vise l'acquisition de savoirs et de savoir-faire scientifiques au moyen de situations d'apprentissage centrées sur des questions ou réalités environnementales. L'environnement est ici considéré comme une source de questionnement ou comme un objet d'étude permettant de contextualiser l'enseignement/apprentissage relatif aux sciences.

Certains courants de l'ERE permettent de rejoindre cette dimension de *l'éducation au sujet des sciences par l'environnement*. Le courant systémique met de l'avant une approche analytique et synthétique qui vise l'identification des différentes composantes d'un système environnemental et de leurs interrelations pour une compréhension globale de l'objet. Une étude principalement orientée autour des

concepts scientifiques reliés à un système environnemental permettrait la contextualisation des connaissances, des habiletés ou des compétences en eRS.

Aussi, le courant scientifique de l'ERE s'inscrit directement dans cette dimension en mettant l'accent sur la démarche scientifique dans l'analyse des réalités et des problématiques environnementales. L'environnement peut constituer ici un thème accrocheur qui permet de contextualiser l'apprentissage des sciences. L'environnement peut aussi introduire la préoccupation d'aborder les dimensions sociales et éthiques de l'activité scientifique.

D'un autre côté, certains courants de l'ERS mettent également de l'avant l'idée d'une contextualisation des apprentissages scientifiques par l'environnement. Le courant constructiviste est basé sur l'idée que l'apprenant construit son savoir à partir de ses connaissances antérieures. L'éducateur ou l'enseignant en sciences a donc pour rôle de favoriser le processus constructif des démarches et des théories scientifiques. Ce courant n'interpelle pas spécifiquement les préoccupations environnementales, mais ces dernières peuvent être mises à contribution au sein de toutes les activités relatives aux sciences qui se situent dans une perspective constructiviste.

Le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique interpelle quant à lui plus explicitement les préoccupations environnementales. Pour Aikenhead (1984), il est important que l'élève comprenne et s'approprie les théories et les lois scientifiques tout en ayant le souci de les lier à la société et à l'environnement. Dans cette idée, Beane (1997) souligne que l'enseignement relatif aux sciences doit tenir compte des questions d'ordre personnel et social dans lesquelles les savoirs scientifiques s'inscrivent. Layton et coll. (2003) ajoutent que l'éducation relative aux sciences veut répondre au besoin du grand public de mieux saisir la nature de la science en faisant comprendre l'importance grandissante des problèmes environnementaux.

De son côté, Hodson (1998) présente la culture scientifique comme un lieu d'apprentissage à l'égard des relations qui existent entre la science, la technologie, la société et l'environnement. Selon lui, c'est par l'étude de ces relations que les savoirs scientifiques peuvent être apprivoisés par les apprenants. Cette dernière idée de Hodson (1998) rejoint le courant STS/STES qui vise à intégrer les considérations sociales à travers des apprentissages issus d'études de cas au sujet de questions éthiques, culturelles, environnementales, politiques et sociales (Tal et coll., 2001).

Finalement, le courant de l'éducation comme et pour l'action socio-politique (Roth et Désautels, 2002) propose de confronter les apprenants à des problématiques scientifiques qui les affectent dans leur vie de tous les jours. Il serait donc pensable d'y inclure certaines problématiques environnementales en mettant un accent particulier sur les concepts scientifiques qui les sous-tendent.

Tableau 5.13
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET des sciences PAR l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à des réalités environnementales.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Systémique • Scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • STS/STES • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	Aucun courant répertorié

La deuxième dimension associée à la dimension éducative générale de l'« *éducation au sujet des sciences* » est celle de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement* (tableau 5.14). Cette dimension éducative s'inscrit dans la

continuité de la dimension éducative précédente, mais elle met spécifiquement à contribution le contact direct avec l'environnement pour favoriser l'acquisition de savoirs en sciences. Au regard de la dimension éducative de l'« *éducation dans* », Sauvé (1997) indique que l'environnement peut-être considéré comme un agent d'apprentissage ou comme une stratégie pédagogique. Le contact direct avec l'environnement peut susciter divers questionnements et fournir des éléments de réponse à des problématiques observées ou même vécues *in situ*.

En ERE, le courant naturaliste permet d'enrichir cette dimension de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*. Axé sur la relation à la nature, ce sont ses approches éducatives cognitives (apprendre des choses sur la nature) ou expérientielles (vivre dans la nature et apprendre d'elle) qui pourront être mises à profit. Par exemple, Steve Van Matre (1990) invite l'apprenant à vivre des expériences cognitives et affectives en milieu naturel afin de favoriser notamment l'acquisition d'une meilleure compréhension des phénomènes écologiques. Clover et coll. (2000), insistent sur l'importance de considérer la nature comme éducatrice et comme milieu d'apprentissage.

Les aspects cognitifs ou expérientiels du courant holistique contribuent également à cette dimension éducative. En effet, Sauvé (2005) rappelle que certaines propositions du courant holistique sont plutôt centrées sur des préoccupations de type psychopédagogique, qui visent le développement global de la personne en relation avec son environnement. Cette vision d'une éducation globale, voire organique, développée en ERE pourrait évidemment permettre l'acquisition des savoirs à l'égard des sciences.

Aussi, la dimension cognitive du courant humaniste/mésologique met l'accent sur l'étude du milieu de vie. Pour Dehan et Oberlinkels (1984), l'exploration du milieu de vie permet de faire émerger certaines questions ou de donner lieu à la conception et à

la mise en œuvre d'un projet visant à mieux comprendre un aspect particulier du milieu. En contexte d'ERS, ce courant permet une contextualisation des savoirs et des compétences, de manière à favoriser l'apprentissage.

Enfin, le courant praxique met l'accent sur l'apprentissage *dans* l'action, *par* l'action et *pour* améliorer sans cesse cette dernière. Stapp et coll. (1996) proposent une démarche participative qui vise à résoudre un problème socio-écologique du milieu de vie immédiat de l'apprenant. En contexte d'eRS, cette proposition permet de rendre significatifs les apprentissages scientifiques.

Tableau 5.14
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET des sciences DANS l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs et savoir-faire ou développer compétences scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Naturaliste • Holistique • Humaniste/mésologique • Praxique • Éco-éducation 	<ul style="list-style-type: none"> • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	Aucun courant répertorié

Parmi les courants en ERS, la plupart de ceux-ci peuvent être déployés hors de la classe⁶⁷ ou du milieu éducatif traditionnel, invitant à ancrer l'apprentissage dans le milieu environnant. Toutefois, seul le courant de l'éducation comme et pour l'action socio-politique évoque la perspective « ... *dans* l'environnement » de manière explicite. À ce titre, Roth et Désautels (2002) proposent de *confronter* les apprenants

⁶⁷ La classe, comme milieu, peut être considérée comme un environnement. Dans cette perspective, toutes les situations d'apprentissage se situant dans une classe seraient considérées comme se situant dans la dimension « ... dans l'environnement ». Dans le cadre de cette recherche, la dimension « ...dans » fera surtout référence à un milieu externe à celui de la classe.

à de réelles problématiques scientifiques qui les affectent dans leur vie de tous les jours. Encore ici, l'engagement de l'apprenant dans l'action politique au sein de son milieu permet de contextualiser et de rendre signifiants ses apprentissages en ERS.

La dernière dimension, *l'éducation au sujet des sciences par la technologie* (tableau 5.15) vise l'acquisition de savoirs au moyen de situations d'apprentissage traitant de technologie. Dans cette dimension, la technologie est présentée comme un produit ou une activité⁶⁸ permettant de contextualiser l'enseignement/apprentissage relatif aux sciences.

Selon De Vries (2006), l'intégration des sciences et de la technologie entre elles est une tendance marquée dans les nouveaux curriculums. Néanmoins, comme le dénoncent plusieurs auteurs (Hacker, 1988; de Vries, 1994; Naughton, 1994; Black, 1998; Pitt, 2000; Sanders, 2000; Jarvinen, 2001), cette dimension de *l'éducation au sujet des sciences par la technologie* pourrait renforcer l'idée selon laquelle l'éducation relative à la technologie est essentiellement une simple application de connaissances et de méthodes scientifiques.

Dans une perspective symbiotique, il sera pertinent que la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences*⁶⁹ soit traitée à importance égale à travers l'activité éducative en eRS ou en eRT.

Certains courants de l'ERS mettent de l'avant l'idée d'une contextualisation des apprentissages scientifiques par la technologie. Le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique tend à intégrer les savoirs scientifiques et technologiques entre eux⁷⁰. Selon Fourez (1994), cette alphabétisation contribue à

⁶⁸ Le chapitre 4 a présenté les diverses conceptions de la technologie, selon les travaux de Guay (2004).

⁶⁹ Cette dimension sera traitée plus loin à la section 5.6.3.

⁷⁰ Comme souligné plus tôt, certains auteurs (Latour, 1989; Prades, 1992; Stengers, 1997; Désautels, 1998; Ramonet, 1998; Ferenczi et Rosnay, 2001; Prades, 2001; Law, 2002; Vigneault et Blais,

diminuer le sentiment d'impuissance qu'ont les citoyens à l'égard des sciences et de la technologie. À ce sujet, dans le courant de l'éducation comme et pour l'action socio-politique, Roth et Désautels (2002) considèrent que l'ERS doit accroître la démocratisation du processus de décision en sciences et technologies en vue d'augmenter la compétence du public à l'égard des technosciences.

Pour Beane (1997) et pour l'AAAS (1993), la technologie est un contexte pour intégrer les savoirs et rendre signifiants les apprentissages. Enfin, Hodson (1998) insiste sur l'importance pour l'apprenant d'être sensibilisé aux relations entre la science, la technologie, la société et l'environnement. Cette dernière idée rejoint celle des auteurs associés au courant STES, selon laquelle il est primordial de faire ressortir les rapports réciproques entre les savoirs scientifiques, les technologies et les réalités sociales et environnementales (Yager, 1996 ; Tal et coll., 2001).

D'un autre côté, certains courants de l'ERT contribuent également à la dimension de *l'éducation au sujet des sciences par la technologie*. Le courant des nouvelles technologies, centré sur l'utilisation de la technologie permet certainement l'apprentissage de savoirs et le développement de compétences en ERS par le biais de la technologie de l'information et des communications.

Le courant interactionniste de l'ERT est beaucoup plus explicite à l'égard de l'intégration des savoirs en sciences par le biais d'activités d'apprentissage relative à la technologie. Il a justement pour visée la contextualisation des connaissances et des méthodes scientifiques et technologiques pour en faciliter le transfert.

Enfin, le courant du design technologique pourrait contribuer à cette dimension éducative. Ce courant vise l'apprentissage de la démarche de design technologique qui comporte des aspects manuels et esthétiques. Dans sa perspective nord-

2006) vont encore plus loin dans cette idée d'intégration en mettant de l'avant le concept de *technosciences*.

américaine (ITEA, 1998), le design technologique se réalise surtout dans un contexte de résolution de problèmes technologiques, qui permet de contextualiser les apprentissages réalisés en ERT. Comme la plupart des problèmes de nature technologique font référence à des savoirs scientifiques, le courant du design peut donc contribuer à la dimension *l'éducation au sujet des sciences par la technologie*.

Tableau 5.15
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET des sciences PAR la technologie

<u>Visée éducative</u> : Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
Ne s'applique pas	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • STS / STES • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles technologies • Interactionniste • Design technologique

5.7.3 L'éducation au sujet de la technologie

L'« *éducation au sujet de la technologie* » est axée sur l'acquisition de savoirs technologiques. La technologie est donc ici l'objet d'apprentissage. S'ajoutent aussi à cette dimension des éléments réflexifs au sujet de la nature même de la technologie.

Cette dimension générale de l'« *éducation au sujet de la technologie* » est donc en lien avec une conception de la technologie comme forme de connaissance, telle que présentée au chapitre 4. Cette conception présente la technologie comme l'ensemble des connaissances concernant les divers modes d'action sur le monde (Staudenmaier, 1985; Pop, 2002; Pitt, 2000). Selon St-Amant et Seni (1997), la technologie fait davantage référence à des connaissances pragmatiques et instrumentales, sans toutefois exclure les connaissances théoriques.

Mis à part l'idée d'enseignement/apprentissage de connaissances et d'habiletés du domaine de la technologie, la dimension de l'éducation au sujet de la technologie implique aussi certaines réflexions critiques au sujet de la nature même de celle-ci. Cette dimension fait référence à la conception de la technologie comme forme d'activité. À cet effet, Pavlova (2002), associée au courant moral/éthique, propose d'inclure certaines réflexions éthiques et épistémologiques à l'égard de l'activité technologique.

L'« *éducation au sujet de la technologie* » est constituée de trois dimensions : *l'éducation au sujet de la technologie par l'environnement*, *l'éducation au sujet de la technologie dans l'environnement* et *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences*.

La première dimension, *l'éducation au sujet de la technologie par l'environnement* (tableau 5.16), vise l'acquisition de savoirs par des activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales. Comme dans la dimension de *l'éducation au sujet des sciences par l'environnement*, l'environnement est ici considéré une source de questionnement et lieu d'observations ou d'expérimentations permettant de contextualiser l'enseignement/apprentissage relatif à la technologie.

Certains courants de l'ERE permettent d'enrichir cette dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par l'environnement*. Une analyse systémique (rattachée au courant systémique) pourrait être orientée dans une perspective technologique. En effet, l'étude d'un système environnemental comporte souvent des objets, des systèmes, des produits ou des procédés (OSPP) qui ont une influence sur l'équilibre de ce système. L'analyse systémique d'une question environnementale centrée sur les OSPP permettrait de contextualiser et de rendre signifiants les apprentissages réalisés en ERT.

Le courant moral/éthique en ERE est aussi de nature à contribuer à cette dimension. Ce courant veut développer une compétence éthique chez l'apprenant. Iozzi (1987) propose l'analyse rationnelle de situations morales menant à faire des choix et à les justifier. À titre d'exemple, l'étude d'un conflit moral lié à la conception ou à la réalisation d'un OSPP soulevant certaines questions environnementales permettrait de faciliter les transferts des apprentissages réalisés au sujet de la technologie.

Ce genre d'exemple de situation éducative issue du courant moral/éthique en ERE se rapproche beaucoup de certaines propositions issues de courants en ERT. Dans le cadre de cette dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par l'environnement*, l'exemple présenté au paragraphe précédent pourrait également se situer dans le courant artisanal et le courant du design technologique. En effet, il serait pensable d'inclure des préoccupations environnementales au sein d'activités se situant dans les courants artisanaux et du design technologique qui amènent l'élève à concevoir et à réaliser un objet, un système ou un produit.

Tableau 5.16
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET de la technologie PAR l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Systémique • Moral / éthique 	Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal • Design technologique • Moral / éthique

Enfin, le courant moral/éthique en ERT contribue à cette dimension éducative. Pour Pavlova (2002), la relation entre l'efficacité technologique et la responsabilité à l'égard de la société et de l'environnement devrait être abordée à titre de point de départ dans l'exploration des valeurs liées à l'activité technologique. C'est justement

dans l'étude de ces valeurs qu'il serait possible de contextualiser les connaissances au sujet de la technologie.

La deuxième dimension associée à l'« éducation *au sujet* de la technologie », est celle de l'*éducation au sujet de la technologie dans l'environnement* (tableau 5.17), qui a pour visée l'acquisition des savoirs technologiques, et ce, sur le terrain, dans le milieu de vie. Comme plusieurs des dimensions relatives à l'ERT, celle-ci est très peu abordée dans les écrits analysés dans cette recherche.

Tel que mentionné au sujet de la dimension de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*, Sauvé (1997) présente l'« éducation **dans** l'environnement » à titre de stratégie pédagogique. L'environnement peut devenir un milieu d'apprentissage et une ressource pédagogique.

Peu de courants en ERE semblent se situer explicitement dans la dimension de l'*éducation au sujet de la technologie dans l'environnement*. Néanmoins, certains courants pourraient s'y inscrire par extension. Le courant naturaliste, axé sur la relation à la nature, comporte certaines approches éducatives cognitives (apprendre des choses sur la nature) ou expérientielles (vivre dans la nature et apprendre d'elle). Il est donc possible d'envisager des situations éducatives qui soient orientées autour de certains savoirs technologiques reliés à des phénomènes naturels, dans le milieu de vie de l'apprenant. Ce dernier pourra apprendre à partir d'observations ou d'applications *in situ* de savoirs ou de savoir-faire de nature technologique ayant été abordés dans d'autres contextes. Cette idée rejoint la proposition de Steve Van Matre (1990) qui invite notamment l'apprenant à vivre des expériences cognitives en milieu naturel, ou celle de Clover et coll. (2000), qui insiste sur l'importance de considérer la nature comme milieu d'apprentissage.

De la sorte, la dimension cognitive du courant humaniste/mésologique met l'accent sur l'étude du milieu de vie. Pour Dehan et Oberlinkels (1984), l'exploration du

milieu de vie permet de faire émerger certaines questions pour mieux comprendre un aspect particulier d'un milieu. Encore ici, il serait possible d'envisager un projet principalement centré sur des savoirs et des savoir-faire technologiques. En contexte d'eRT, ce courant permet une contextualisation des savoirs technologiques de manière à favoriser l'apprentissage et le transfert de ces derniers.

Le courant praxique est principalement centré sur l'apprentissage *dans* l'action, *par* l'action et *pour* améliorer sans cesse cette dernière. Stapp et coll. (1996) y proposent une démarche participative qui vise à résoudre des problèmes socio-écologiques provenant du milieu de vie immédiat de l'apprenant. En contexte d'eRT, cette proposition permet de rendre signifiants les apprentissages de nature technologique.

Par ailleurs, plusieurs courants en ERT pourraient s'inscrire dans une perspective « dans l'environnement ». La plupart des activités liées à ceux-ci pourraient simplement être menées hors de la classe, dans le milieu de vie. Il serait redondant d'explicitier ces diverses possibilités.

Tableau 5.17
Synthèse de la dimension de
l'éducation AU SUJET de la technologie DANS l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Naturaliste • Humaniste/mésologique • Praxique 	Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal • Design technologique

Enfin, le courant artisanal, qui vise notamment à transmettre la culture et les techniques manuelles traditionnelles, montre une certaine ouverture à cette dimension. Dans la mesure où la culture traditionnelle, qui témoigne d'une interaction avec le milieu de vie, est observée, analysée, voire vécue par l'apprenant, on se situe alors dans une *éducation au sujet de la technologie dans l'environnement*.

La dernière dimension, *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences* (tableau 5.18) vise l'acquisition de savoirs d'ordre technologiques au moyen d'activités d'apprentissages relatives à la science. Au sein de cette dimension, la conception de la science comme forme de connaissance permet de contextualiser l'enseignement/apprentissage relatif à la technologie.

La dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences* présente des ressemblances évidentes avec la dimension de *l'éducation au sujet des sciences par la technologie*. La différence principale entre les deux réside dans la perspective première qui est centrée sur l'apprentissage de connaissances, d'habiletés ou de compétences technologiques. Mais tel que mentionné précédemment, ces deux dimensions devraient être abordées à parts égales dans toutes activités éducatives, de manière à ce que l'une ne subordonne par l'autre. Selon plusieurs auteurs (Hacker, 1988; de Vries, 1994; Naughton, 1994; Black, 1998; Pitt, 2000; Sanders, 2000; Jarvinen, 2001), la relation entre les dimensions de l'eRS « *par la technologie* » et l'eRT « *...par la science* » se doit d'être symbiotique.

Tel que présenté dans le courant de *l'éducation au sujet des sciences par la technologie*, certains courants en ERS contribueront à *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences*. L'adoption d'une approche scientifique pourra enrichir les apprentissages en matière de technologie en donnant une dimension explicative aux savoirs, aux savoir-faire et aux compétences technologiques.

Comme mentionné précédemment, le courant de l’alphabétisation scientifique et technologique tend à intégrer entre eux les savoirs scientifiques et technologiques. Comme la technologie était utile pour contextualiser l’ERS, la science permet de rendre plus signifiants les savoirs relatifs à l’ERT. Il a été montré⁷¹, par le biais de l’explicitation du courant de l’alphabétisation scientifique et technologique (AAAS, 1993; Fourez, 1994; Beane, 1997; Hodson, 1998), du courant STES (Yager, 1996 ; Tal et coll., 2001) et du courant de l’éducation comme et pour l’action socio-politique (Roth et Désautels, 2002), que la technologie contribue de diverses manières à contextualiser les apprentissages réalisés en science. De la même façon, sans vouloir répéter cette présentation, les sciences permettent, selon les mêmes auteurs, de donner une valeur ajoutée à l’enseignement/apprentissage au sujet de la technologie.

Tableau 5.18
Synthèse de la dimension de
l’éducation AU SUJET de la technologie PAR les sciences

<u>Visée éducative :</u> Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d’activités d’apprentissage relatives aux sciences.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • STS/STES • Éducation comme et pour l’action socio-politique 	<ul style="list-style-type: none"> • Design technologique • Interactionniste

D’un autre côté, certains courants de l’ERT contribuent à la dimension de ***l’éducation au sujet de la technologie par les sciences***. Le courant interactionniste de l’ERT a justement pour visée la contextualisation des connaissances et des méthodes

⁷¹ Voir le texte au sujet de la dimension de ***l’éducation au sujet des sciences par la technologie*** à la section 5.6.2

scientifiques et technologiques pour en faciliter le transfert. Aussi, le courant du design technologique, dans sa perspective nord-américaine de résolution de problème technologique, permettrait de rendre plus signifiants les apprentissages technologiques si le problème présenté comportait une facette scientifique importante.

Jusqu'ici, nous avons présenté les dimensions éducatives générales et spécifiques de l'« *éducation au sujet de ...* ». Celles de l'« *éducation pour ...* » seront maintenant définies et caractérisées. Tel que présenté au tableau 5.9, l'« *éducation pour ...* » donne lieu à trois dimensions éducatives générales et à six dimensions éducatives spécifiques qui seront explicitées dans les pages suivantes.

5.7.4 L'éducation pour l'environnement

En contexte d'éducation relative à l'environnement, la dimension de l'« *éducation pour ...* » est en lien avec la résolution et la prévention des problèmes environnementaux (Sauvé, 1992). Elle est centrée sur la gestion des ressources collectives où la qualité de l'environnement est une finalité. Dans cette perspective d'une éducation pour l'environnement, ce sont surtout les représentations⁷² de l'environnement-nature (à respecter, à préserver), de l'environnement-ressource (à gérer) et celle de l'environnement-problème (à prévenir, à résoudre) qui sont généralement mises en cause.

Nous définissons l'« *éducation pour l'environnement* » comme comportant deux dimensions : l'*éducation pour l'environnement par les sciences* et l'*éducation pour l'environnement par la technologie*.

La première de ces deux dimensions, l'*éducation pour l'environnement par les sciences* (tableau 5.19), vise l'apprentissage de la résolution ou de la prévention des

⁷² Ces diverses représentations de l'environnement (Sauvé, 1997) ont été décrites au chapitre 4, à la section 4.2.1.

problèmes environnementaux au moyen d'activités spécifiques au champ de l'enseignement relatif aux sciences. Des élèves pourraient donc se mettre en action pour contribuer à la résolution d'un problème environnemental en mettant à profit leurs savoirs scientifiques à l'égard de la problématique.

Plusieurs courants en ERE contribuent à cette dimension. Le courant conservationniste/ressourciste est axé sur la conservation, en termes de qualité et de quantité des ressources. En contexte d'eRS, c'est l'étude et la compréhension des phénomènes de nature biophysique qui sont alors concernées : l'eau, le sol, l'énergie, les plantes, les animaux, le patrimoine génétique, l'équilibre de l'écosystème, etc.

Aussi, le courant résolutif regroupe des propositions où l'environnement est considéré comme un ensemble de problèmes. Sauvé (2005, 2006) souligne qu'on retrouve au sein de ce courant un impératif d'action, sous forme de modification des comportements ou de projets collectifs. Les propositions de plusieurs auteurs associés à ce courant (Keiny et Shashack, 1987; Hungerford et al., 1992; Jensen et Schnack, 1997) pourraient être mises en œuvre dans une approche de résolution de problèmes environnementaux où la science intervient dans une perspective de compréhension de la situation et dans la recherche de solutions.

Tel que mentionné précédemment, le courant praxique met l'accent sur l'apprentissage *dans* l'action et *par* l'action. Un projet axé sur une démarche réflexive de résolution active d'un problème environnemental, dans lequel l'apprenant mettrait à profit des savoirs scientifiques ou mettrait en œuvre une démarche scientifique, pourrait contribuer à cette dimension de *l'éducation pour l'environnement par les sciences*.

Enfin, le courant moral/éthique et le courant de la critique sociale est le dernier courant en ERE qui s'inscrit dans cette dimension. Sauvé (2005, 2006) souligne que le courant moral/éthique regroupe diverses propositions d'éducation relative à

l'environnement qui mettent l'accent sur le développement de valeurs environnementales. Certaines de celles-ci invitent à l'adoption d'une « morale » environnementale, comportant des codes de comportement, alors que d'autres proposent le développement d'une « compétence éthique » qui implique le développement d'un système de valeurs. Le courant de la critique sociale insiste quant à lui plus particulièrement sur l'analyse des dynamiques sociales à la base des réalités et des problématiques environnementales. Cela implique l'analyse des intentions, des positions, des arguments, des valeurs explicites et implicites, des décisions et des actions des différents protagonistes d'une situation. *A priori*, ces courants semblent éloignés des préoccupations d'un enseignement relatif aux sciences traditionnelles essentiellement axé sur les connaissances. Par contre, les nouvelles propositions curriculaires en eRS impliquent le développement de compétences axées sur le développement de l'esprit critique et la prise en compte des dimensions morales ou éthiques.

Le fait d'aborder les aspects moraux et éthiques des enjeux environnementaux en contexte d'eRS a été montré comme problématique au chapitre 2. En effet, plusieurs auteurs (Lucas, 1980; Robottom, 1983, 1984; Maher, 1986; Jickling, 1997b; Jickling, 2004) rapportent que les enseignants de sciences, que ce soit par manque de formation ou par manque d'intérêt personnel, tendent à éviter d'aborder la discussion des valeurs, des attitudes et de la prise de position avec leurs élèves. Les pratiques enseignantes à cet égard devront certainement changer puisque la majorité des nouveaux curriculums impliquent des discussions morales ou éthiques, qui sont fondamentales à la compréhension, voire à la résolution, des problèmes environnementaux.

Aussi, certains courants d'eRS peuvent contribuer à une ***éducation pour l'environnement par les sciences***. C'est le cas du courant de l'alphabétisation scientifique et technologique qui vise, selon Fourez (1994), Giordan (1999) et Layton

et coll. (2003), à doter la plupart des citoyens de certains savoirs, dits scientifiques, afin d'empêcher qu'ils ne soient mis à l'écart dans une société. Selon Hodson (1998), la culture scientifique permet notamment à l'élève d'acquérir des savoirs lui permettant de s'engager dans la résolution de problèmes de nature scientifique. Les courants STS/STES s'inscrivent également dans cette dimension puisqu'ils visent entre autres, à mettre en lumière les rapports réciproques entre les savoirs scientifiques et environnementaux (Tal et coll., 2001). Dans la mesure où ces savoirs sont pertinents à la compréhension d'enjeux environnementaux l'eRS peut contribuer à la résolution et la prévention de problèmes environnementaux, ou à la gestion des ressources présentes dans l'environnement. Cette idée rejoint celle de Papadimitriou (2001) qui soutient que l'intégration des préoccupations environnementales en contexte d'enseignement relatif aux sciences doit minimalement contribuer à l'alphabétisation environnementale des apprenants.

Tableau 5.19
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR l'environnement PAR les sciences

<u>Visée éducative :</u> Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Conservationniste / ressourciste • Résolutique • Moral / éthique • Praxique • Critique sociale 	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • STS / STES • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	Aucun courant répertorié

Enfin, le courant de l'éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique vise à stimuler l'intervention de l'élève, futur citoyen, en tant qu'élément de changement dans le processus d'évolution de la société. Dans la perspective d'une action au regard d'une problématique environnementale, ce courant s'inscrit donc directement dans la dimension de *l'éducation pour l'environnement par les sciences*.

La deuxième dimension de l'« éducation pour l'environnement » est celle de *l'éducation pour l'environnement par la technologie* (tableau 5.20), qui vise l'apprentissage de la résolution et la prévention des problèmes environnementaux en mettant à profit des savoirs ou des compétences d'ordre technologique.

Le courant conservationniste/ressourciste de l'ERE, axé sur la conservation en terme de qualité et de quantité des ressources, peut contribuer à cette dimension. L'étude d'objets, de systèmes, de produits et de procédés (OSPP) reliés à la mesure et au contrôle de la qualité et de la quantité de ces ressources peut contribuer à développer des compétences dans le cadre d'une éducation pour l'environnement.

Aussi, le courant résolutique regroupe des propositions où l'environnement est considéré comme un ensemble de problèmes. Sauvé (2005, 2006) souligne qu'on retrouve au sein de ce courant un impératif d'action, sous forme de modification des comportements ou de projets collectifs. Les idées associées à ce courant pourraient être mises en lien avec l'eRT dans une approche de résolution de problèmes environnementaux qui comportent des aspects technologiques importants.

Tel que mentionné précédemment, le courant pratique met l'accent sur l'apprentissage *dans* l'action et *par* l'action. La majorité des propositions en enseignement relatif à la technologie sont justement caractérisées par des apprentissages *dans* et *par* l'action. Un projet axé sur une démarche réflexive de résolution active d'un problème environnemental, dans lequel l'apprenant acquerrait

des savoirs ou développerait des habiletés et des compétences technologiques, pourrait s'inscrire dans cette dimension.

Enfin, le courant moral/éthique et celui de la critique sociale peuvent contribuer à la dimension de *l'éducation pour l'environnement par la technologie*. Sauvé (2005, 2006) souligne que le courant moral/éthique met l'accent sur le développement de valeurs environnementales. Certaines de ces valeurs invitent à l'adoption d'une « morale » environnementale, alors que d'autres proposent le développement d'une « compétence éthique ». Le courant moral/éthique de l'ERE peut être mis en relation avec le courant moral/éthique de l'ERT qui invite l'élève à se questionner sur les impacts environnementaux de l'objet ou du système qu'il est en train de concevoir et de construire. En conscientisant l'élève-concepteur face à sa responsabilité environnementale, on tend à favoriser une éducation pour l'environnement.

Pour sa part, le courant de la critique sociale insiste sur l'analyse des dynamiques sociales à la base des réalités et des problématiques environnementales. Cette idée implique l'analyse des intentions, des positions, des arguments, des valeurs explicites et implicites, des décisions et des actions des différents protagonistes d'une situation. Par exemple, on pourrait présenter à l'apprenant une situation qui implique l'analyse des dynamiques sociales à l'intérieur de la commercialisation d'une nouvelle technologie. Cette activité d'apprentissage pourrait renforcer son niveau de conscientisation face à sa responsabilité environnementale à titre de concepteur d'OSPP.

De plus, l'exemple de l'analyse ou de la conception d'un OSPP présenté précédemment pourrait également être utilisé dans des situations éducatives reliées au courant artisanal ou au courant du design technologique. En effet, ces courants amènent l'élève à concevoir et à réaliser un OSPP. En ajoutant une dimension

réflexive à la conception ou à l'analyse, on se situe dans une *éducation pour l'environnement par la technologie*.

Finalement, le courant des nouvelles technologies offre des possibilités intéressantes pour véhiculer un message « *pour l'environnement* ». Dans certains cas, les nouvelles technologies sont également utilisées pour l'aide à la recherche de solutions aux problèmes en question ou au traitement des données dans un processus de résolution d'un problème environnemental.

Tableau 5.20
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR l'environnement PAR la technologie

<u>Visée éducative :</u> Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Conservationniste/ressourciste • Résolutique • Holistique • Moral/éthique • Praxique • Critique sociale 	Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal • Design technologique • Nouvelles technologies • Moral/éthique

Ici s'achève l'explicitation des dimensions associées à une « **éducation pour l'environnement** ». Celles-ci sont généralement associées à la résolution de problèmes environnementaux. Tel que mentionné précédemment, les dimensions éducatives spécifiques de l'« **éducation pour les sciences** » et de l'« **éducation pour la technologie** » revêtent des significations complètement différentes. Elles sont plutôt associées à l'idée de valorisation sociale des sciences et de la technologie, ainsi que des carrières qui leurs sont associées.

5.7.5 L'éducation pour les sciences

L'« éducation pour les sciences » constitue une perspective de formation qui vise la valorisation des sciences en général ou des carrières scientifiques. Les sciences et les carrières qui y sont reliées deviennent alors une finalité à l'activité éducative. Cette dimension est donc en lien avec la représentation des sciences à titre de domaine d'activités.

Cette finalité est relativement récente en éducation relative aux sciences. En effet, plusieurs études (Dekkers et DeLaeter, 1997; Barcelo, 1998; Gough, 2002a; Ourisson, 2002; Porchet, 2003) font le constat généralisé d'une baisse – qualifiée de préoccupante – des effectifs étudiants dans les domaines scientifiques et technologiques à travers le monde. La dimension d'une « éducation *pour* les sciences » tente alors de renverser la vapeur de cette désaffection des élèves et des étudiants pour les sciences et les carrières scientifiques. À partir de ce constat, certains auteurs (Aikenhead, 1984; entre autres AAAS, 1993; Fourez, 1994; Cassie et Haché, 1998; Fensham et Harlen, 1999; Jenkins, 1999)⁷³ jugent en effet que le modèle traditionnel de l'enseignement relatif aux sciences est inadapté.

Ces mêmes auteurs ont alors proposé de rendre, entre autres, plus significants les savoirs et les habiletés scientifiques en les mettant en lien avec le quotidien de l'élève. À cet effet, les auteurs ont proposé la stratégie de l'intégration des savoirs, qui est favorisée par la contextualisation des apprentissages. C'est donc grâce à cette contextualisation, qui stimulerait l'intérêt des apprenants, qu'on vise à favoriser et à valoriser les sciences et les carrières scientifiques.

Dans le cadre de cette recherche, la prise en compte de l'environnement et de l'univers technologique permet de contextualiser les connaissances scientifiques. Par conséquent, cette recherche propose trois dimensions relatives à une éducation pour

⁷³ Le chapitre 1 a présenté cette idée d'une crise de l'éducation scientifique et technologique.

les sciences: l'*éducation pour les sciences par l'environnement*, l'*éducation pour les sciences dans l'environnement* et l'*éducation pour les sciences par la technologie*.

La première dimension, l'*éducation pour les sciences par l'environnement* (tableau 5.21), vise la valorisation des sciences et des carrières scientifiques par une prise en compte de leur apport au regard du rapport à l'environnement. En effet, des activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales permettent de rendre signifiants les savoirs scientifiques, favorisant ainsi l'intérêt pour les sciences et permettant par la même occasion de valoriser aux yeux des jeunes la poursuite d'études dans des carrières scientifiques.

Parmi les courants relatifs à l'ERS, seul le courant de l'alphabétisation scientifique et technologique est explicite à l'égard de cette dimension. Pour certains auteurs (Fensham et Harlen, 1999; Jenkins, 1999; Aikenhead, 2002), la dimension d'une « *éducation **pour** les sciences* » permet simplement d'améliorer les sentiments et les attitudes du public à l'égard des sciences. Pour d'autres (Fourez, 1994; AAAS, 1993), cette dimension implique même l'idée d'une valorisation des sciences et des carrières scientifiques de manière à soutenir l'économie et la compétitivité internationale d'une société. Quoi qu'il en soit, la dimension environnementale associée à cette perspective de valorisation des sciences et des carrières scientifiques permet de contextualiser les apprentissages réalisés en sciences en vue de rehausser l'intérêt des apprenants, peu importe l'intention qui se trouve derrière cette valorisation.

Aucun des courants en ERE n'explicite la contribution de l'ERE à la valorisation, d'une façon ou d'une autre, des sciences dans la société. Par contre, tel que présentés précédemment, les courants résolutique, systémique et scientifique⁷⁴ de l'éducation relative à l'environnement permettent de contextualiser les apprentissages en

⁷⁴ Cela a été montré dans l'explicitation des dimensions de l'éducation au sujet de l'environnement par les sciences.

éducation relative aux sciences et de mettre en lumière l'utilité et la pertinence sociale de celles-ci. Des activités d'eRS s'inspirant des théories et des pratiques de ces courants en ERE sont donc susceptibles de rehausser l'intérêt pour les sciences et de valoriser les carrières scientifiques.

Tableau 5.21
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR les sciences PAR l'environnement

<u>Visée éducative</u> Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Résolutive • Scientifique • Systémique 	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) 	Aucun courant répertorié

Dans l'idée d'une éducation relative aux sciences rendue signifiante par les réalités environnementales, *l'éducation pour des sciences dans l'environnement* (tableau 5.22) tend à mettre à profit le contact direct avec l'environnement pour contextualiser les savoirs scientifiques et favoriser, par le fait même, leur valorisation sociale. Cette dimension n'est pas abordée dans la documentation scientifique spécialisée. Néanmoins, il est toutefois envisageable qu'une immersion environnementale puisse contextualiser certains savoirs scientifiques de manière à favoriser une certaine valorisation des sciences et même des carrières qui y sont reliées.

En ERE, le courant naturaliste permet d'enrichir la dimension de *l'éducation au sujet des sciences dans l'environnement*. Axé sur la relation à la nature, ce sont ses approches éducatives cognitives ou expérientielles qui pourront être mises à profit. Pour Clover et coll. (2000), il est pertinent d'insister sur l'importance de considérer la

nature comme éducatrice et comme milieu d'apprentissage. Le fait de vivre des activités d'apprentissage scientifique sur le terrain constitue une porte d'entrée pour rendre signifiants les apprentissages scientifiques. Des apprentissages signifiants sont de nature à favoriser la valorisation sociale des sciences.

Aussi, la dimension cognitive du courant humaniste/mésologique met l'accent sur l'étude du milieu de vie. Pour Dehan et Oberlinkels (1984), l'exploration du milieu de vie permet de faire émerger certaines questions ou de donner lieu à la conception et à la mise en œuvre d'un projet visant à mieux comprendre un aspect particulier du milieu. En contexte d'ERS, le courant permet une contextualisation des savoirs et des compétences, de manière à favoriser leurs apprentissages.

Enfin, tel que mentionné précédemment, le courant praxique met l'accent sur l'apprentissage *dans* l'action, *par* l'action. Dans la vision de Stapp et coll. (1996), une démarche participative visant à résoudre un problème socio-écologique du milieu de vie immédiat de l'apprenant pourra certainement rendre concrets et signifiants, donc motivants les apprentissages scientifiques qui y sont réalisés.

Tel que souligné au sujet de la dimension spécifique de *l'éducation au sujet des sciences dans l'environnement*, la plupart des courants de l'ERS peuvent être déployés hors du milieu éducatif traditionnel. Cela invite l'apprenant à ancrer ses apprentissages dans le milieu environnant. Les élèves qui arrivent à voir les savoirs scientifiques comme socialement ou « environnementalement » pertinents auront possiblement tendance à les valoriser ou à poursuivre leurs études dans de tels domaines.

Tableau 5.22
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR les sciences DANS l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Naturaliste • Praxique 	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) 	Aucun courant répertorié

L'éducation relative à la technologie offre une autre façon de faire valoir l'intérêt social des apprentissages réalisés en sciences. Ainsi, la dimension de *l'éducation pour les sciences par la technologie* (tableau 5.23) permet de valoriser les sciences et les carrières scientifiques en les associant à des activités d'apprentissage du domaine de la technologie.

De la même manière que pour la dimension précédente, le courant de l'alphabétisation scientifique comporte une perspective de valorisation des sciences et des carrières scientifiques. Certains courants associés à l'ERT peuvent également favoriser cette valorisation. En effet, il a été précédemment montré⁷⁵ que les courants « des nouvelles technologies », « interactionniste », « du design technologie », « de la technologie comme compétence transversale » et « moral/éthique » permettent de mettre en lien les apprentissages réalisés en sciences avec les apports de la technologie. Des activités d'eRS s'inspirant des théories et des pratiques de ces courants en ERT sont susceptibles de rehausser l'intérêt pour les sciences et de valoriser les carrières scientifiques.

⁷⁵ Cela a été montré dans l'explicitation des dimensions de l'éducation au sujet des sciences par la technologie.

Tableau 5.23
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR les sciences PAR la technologie

Visée éducative : Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • Éducation scientifique comme et pour l'action sociopolitique 	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles technologies • Interactionniste • Design technologique • Technologie comme compétence transversale • Moral / éthique

5.7.6 L'éducation pour la technologie

Dans la lignée de l'« éducation *pour* les sciences », l'« éducation *pour* la technologie » vise à favoriser la valorisation sociale de la technologie et des carrières techniques ou de génie. Si les consommateurs recherchent les objets technologiques, le domaine de la technologie est lui-même mal compris – dans certains cas mis au banc des accusés – et on observe une baisse des effectifs étudiants dans les domaines technologiques. Pour inverser cette tendance, il importe de rendre plus signifiants les savoirs technologiques. L'intégration des savoirs constituerait une stratégie qui permettrait de contextualiser les apprentissages, pour en favoriser leur signifiante.

La dimension éducative générale de l'« éducation *pour* la technologie » comporte trois dimensions éducatives spécifiques: l'*éducation pour la technologie par l'environnement*, l'*éducation pour la technologie dans l'environnement* et l'*éducation pour la technologie par les sciences*.

La première dimension, l'*éducation pour la technologie par l'environnement* (tableau 5.24), vise la valorisation de la technologie ainsi que des carrières techniques et d'ingénierie en mettant en évidence l'apport de celles-ci à l'amélioration du rapport à l'environnement. Il convient de rappeler que l'application

et la mise en contexte des apprentissages technologiques au milieu de vie de l'apprenant permettent de rendre ces apprentissages signifiants et de stimuler l'intérêt de l'élève.

Peu de courants reliés à l'ERT ont pour visée la valorisation de la place sociale de la technologie ou des carrières techniques et en ingénierie⁷⁶. Le courant artisanal comporte une perspective voulant favoriser la transmission du savoir manuel dans la fabrication des produits artisanaux locaux. Cela pourrait constituer une forme de valorisation reliée à l'« éducation pour la technologie ». Dans le cas de produits artisanaux en lien avec (ou soulevant certains enjeux au regard de l'environnement local), on pourrait se situer dans la dimension de *l'éducation pour la technologie par l'environnement*.

Par contre, on retrouve au sein du courant de l'alphabétisation scientifique et technologique, normalement associé à l'ERS, des visées relatives à la valorisation sociale de la technologie et des carrières y étant associées. Tel que présenté dans la dimension de *l'éducation pour les sciences par l'environnement*, ces visées sont liées au développement d'attitudes positives du public à l'égard de la technologie.

Tel que déjà signalé, les courants systémique et moral/éthique⁷⁷ de l'éducation relative à l'environnement permettent de relier les apprentissages du domaine de la technologie aux questions environnementales. Ainsi, des activités d'eRT s'inspirant des théories et des pratiques de ces deux courants en ERE sont susceptibles de favoriser l'intérêt pour la technologie et pour les carrières techniques et propres au génie.

⁷⁶ Le seul courant qui comporte formellement des visées à cet égard est le courant industriel, qui s'intéresse à la formation des apprenants, futurs travailleurs, en fonction des divers besoins de l'industrie locale. Néanmoins, à cause de cette visée jugée trop utilitariste, ce courant a été mis de côté.

⁷⁷ Cela a été montré dans l'explicitation des dimensions de l'éducation au sujet de l'environnement par la technologie.

Tableau 5.24
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR la technologie PAR l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Valoriser socialement la technologie et les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Résolutique • Systémique • Moral / éthique 	<ul style="list-style-type: none"> • l'alphabétisation scientifique et technologique 	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal

L'éducation pour la technologie dans l'environnement (tableau 5.25) vise à valoriser socialement la technologie et les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités qui invitent à une immersion dans l'environnement. Bien qu'elle soit envisageable, cette dimension n'est pas abordée dans les écrits scientifiques analysés dans cette recherche.

Par conséquent, aucun courant en ERE ne se situe explicitement dans la cette dimension éducative spécifique. Néanmoins, le courant naturaliste, axé sur la relation à la nature, comporte certaines approches éducatives cognitives (apprendre des choses sur la nature) qui pourrait s'y inscrire par extension. Bien que ce courant soit en relation directe avec le milieu naturel, ou pourrait élargir sa perspective au milieu artificiel ou construit. Ainsi, on pourrait concevoir une activité pédagogique d'observation d'un milieu construit (la construction d'un pont, le fonctionnement d'une usine d'épuration des eaux) dans laquelle l'apprenant doit appliquer ou conceptualiser divers savoirs technologiques abordés en classe. Cette contextualisation des concepts technologiques favorisés par une expérience d'apprentissage vécue dans le milieu de l'apprenant est de nature à rendre signifiants les savoirs technologiques.

Par ailleurs, plusieurs courants en ERT pourraient s'inscrire dans cette dimension spécifique « ... dans l'environnement ». Comme c'était le cas en ERS, la plupart des activités liées aux courants de l'ERT pourraient simplement être menées hors de la classe.

Tableau 5.25
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR la technologie DANS l'environnement

<u>Visée éducative :</u> Valoriser socialement la technologie et les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives se situant dans l'environnement.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
<ul style="list-style-type: none"> • Naturaliste 	Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal • Design technologique

La dernière dimension éducative explicitée dans ce modèle éducationnel est celle de *l'éducation pour la technologie par les sciences* (tableau 5.26). Celle-ci vise à favoriser la valorisation sociale de la technologie et ainsi que des carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences. Il serait donc possible, voire souhaitable, d'intégrer à l'enseignement des sciences la valorisation des savoirs technologiques, favorisant de ce fait l'intérêt des apprenants.

Encore là, peu de courants en ERT, sauf le courant artisanal qui a été décrit au sein la dimension spécifique de *l'éducation pour la technologie par l'environnement*, s'inscrivent dans cette visée.

Quant aux courants de l'ERS pouvant contribuer à enrichir cette dimension éducative, il a été montré⁷⁸ que divers courants (alphabétisation technologique et scientifique, STS /STES et de l'éducation comme et pour l'action sociopolitique) peuvent contribuer à l'acquisition de savoirs relatifs à la technologie. Par conséquent, les théories et les pratiques inspirées de ces courants de l'ERS permettraient de valoriser une « éducation *pour* la technologie ».

Tableau 5.26
Synthèse de la dimension de
l'éducation POUR la technologie PAR les sciences

<u>Visée éducative :</u> Valoriser socialement la technologie et les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.		
Courants en ERE	Courants en ERS	Courants en ERT
Aucun courant répertorié	<ul style="list-style-type: none"> • Alphabétisation scientifique (et technologique) • STS / STES • Éducation comme et pour l'action socio-politique 	<ul style="list-style-type: none"> • Artisanal

5.8 En synthèse

Ce chapitre a présenté le volet fondamental du modèle éducationnel développé dans le cadre de cette recherche. Pour ce faire, une nouvelle nomenclature a tout d'abord été proposée. Cette nomenclature introduit les concepts d'éducation relative aux sciences (ERS) et d'éducation relative à la technologie (ERT).

Nous avons montré que pour caractériser adéquatement le champ d'intervention éducative de l'éducation relative à l'environnement, il est utile de faire référence à

⁷⁸ Cela a été montré dans l'explicitation des dimensions de l'éducation au sujet de la technologie par les sciences.

diverses dimensions éducatives (au sujet, pour, dans, par) qui lui sont sous-jacentes. En proposant les concepts de d'éducation relative aux sciences et d'éducation relative à la technologie, comportant eux-mêmes diverses dimensions éducatives (au sujet de, par, pour), il est envisageable de proposer une modèle d'intégration adéquat. C'est donc sur la matrice du croisement des diverses dimensions éducatives de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT qu'est basé le modèle éducationnel proposé.

Nous avons ensuite présenté un répertoire des divers courants (théoriques et pratiques) associés à chacun des champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT : pour chaque champ, ont été sélectionnés les courants jugés les plus cohérents avec nos choix paradigmatiques de l'éducation, et ceux qui sont les plus susceptibles de s'arrimer avec les courants des autres champs. Ces courants ont inspiré une définition, qui présente des points d'ancrage avec les deux autres champs.

Enfin, à partir de ces fondements, il a été possible de présenter une matrice théorique regroupant et articulant entre elles seize dimensions d'une éducation relative aux sciences et à la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. Cette matrice recoupe entre eux les trois champs de l'ERE, ERS et ERT, à travers le maillage d'une éducation « au sujet de », « par », « dans », « pour ». Il s'agit là d'un modèle inédit qui a émergé du croisement systématique des diverses dimensions de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie.

Ont été présentés de façon systématique les aspects fondamentaux des seize dimensions éducatives qui constituent des composantes complémentaires de l'enseignement interdisciplinaire relatif aux sciences et à la technologie incluant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Il faut mentionner qu'a priori aucune de ces dimensions ne doit être perçue comme étant plus importante qu'une autre. L'enseignant d'eRS ou d'eRT s'inscrivant dans

les tendances associées aux nouveaux curriculums se doit de reconnaître toutes ces dimensions et de leur prêter une importance relative dans sa pratique, en fonction du contexte particulier de chaque situation pédagogique. Pour ce faire, le chapitre suivant viendra présenter le volet praxéologique où sont privilégiées diverses formes d'approches et de stratégies pouvant être associées à chacune des seize dimensions éducatives.

CHAPITRE VI

VOLET PRAXÉOLOGIQUE DU MODÈLE EDUCATIONNEL

Cette recherche a pour but de proposer des fondements aux nouvelles tendances curriculaires qui touchent la mise en relation des champs de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. Ces fondements curriculaires correspondent à un ensemble d'éléments formels, axiologiques et praxéologiques, de nature à inspirer le développement de nouveaux curriculums de sciences et technologie. Les chapitres précédents ont présenté des éléments de clarification des aspects formels et axiologiques de tels fondements, notamment par le biais de la présentation du volet théorique d'un modèle éducationnel multidimensionnel comportant seize dimensions complémentaires entre elles. Le chapitre 6 propose quant à lui des balises praxéologiques⁷⁹ qui orientent la mise en œuvre de ces diverses dimensions. Ces balises, présentées sous forme d'approches et de stratégies cohérentes avec les choix formels et axiologiques du modèle, sont susceptibles d'inspirer les pratiques enseignantes.

Dans un premier temps, ce sixième chapitre définit et décrit les diverses approches pédagogiques du modèle éducationnel proposé. En lien avec ces approches, diverses stratégies permettant d'opérationnaliser chacune des seize dimensions éducatives spécifiques du modèle sont ensuite présentées. Des stratégies issues de la didactique

⁷⁹ Legendre (2005: 1066) définit la praxéologie comme une « démarche structurée visant à rendre l'action consciente, autonome et efficace. » Il ajoute que « les éléments qui concernent la théorie praxéologique fournissent des détails concernant une pratique pédagogique ou l'utilisation d'une méthode. Ils apportent des précisions sur l'enseignement/apprentissage. [...] Les éléments praxéologiques déterminent les pratiques qui seront véhiculées dans un système éducatif. » (*Ibid.*)

générale seront d'abord décrites pour les six dimensions éducatives générales⁸⁰ du modèle choisi : **l'éducation au sujet de l'environnement**, **l'éducation au sujet des sciences**, **l'éducation au sujet de la technologie**, **l'éducation pour l'environnement**, **l'éducation pour les sciences** et **l'éducation pour la technologie**. Comme les stratégies ont été développées en amont des didactiques disciplinaires, nous les présenterons de manière générale, et ce, pour l'ensemble des seize dimensions spécifiques. Il aurait été redondant de les expliciter pour chacune de ces dimensions spécifiques.

De la même manière, seront présentées pour les six dimensions générales, les stratégies issues de la didactique de la formation morale. Comme le montre Chavez (2005), les considérations morales et éthiques peuvent être envisagées dans une perspective transversale aux diverses dimensions de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie⁸¹.

Finalement, et ce pour chacune des seize dimensions éducatives spécifiques du modèle énoncé, nous expliciterons les stratégies plus spécifiques ayant été développées à travers les multiples courants qui caractérisent les champs spécifiques de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie.

⁸⁰ Le modèle éducationnel proposé au chapitre 5 présente six dimensions éducatives générales qui donnent lieu à seize dimensions spécifiques à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie, intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

⁸¹ Tel que discuté au chapitre 7, l'éthique aurait même pu être considérée comme l'objet d'un champ d'intervention éducative à part entière, l'« éducation relative à l'éthique », comportant ses propres dimensions éducatives, l'« éducation au sujet de l'éthique », l'« éducation pour l'éthique », l'« éducation par l'éthique ». Par contre, la présente thèse s'intéresse principalement à l'arrimage et à la proposition de fondements curriculaires des programmes qui mettent en relation les champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. L'arrimage de ces trois champs avec un quatrième, voire d'autres champs d'intervention éducative, devra faire l'objet de travaux futurs.

6.1. Approches privilégiées

Le modèle éducationnel proposé adopte diverses approches pédagogiques complémentaires, permettant de rejoindre les différentes dimensions du modèle. Nous avons sélectionné ces approches en fonction de leur pertinence au regard des principales dimensions du modèle éducationnel développé, mais aussi en lien de cohérence avec les présupposés théoriques issus du paradigme inventif (Bertrand et Valois, 1999) sur lequel se base la présente recherche.

Tout d'abord, le modèle s'inscrit dans une approche *systémique* de l'enseignement/apprentissage. Selon Legendre (2005: 124), cette approche présente l'éducation en tant « qu'ensemble cohérent de systèmes et de sous-systèmes ouverts et en interactions dynamiques entre eux ainsi qu'avec leur environnement ». La diversité, la cohérence et la complémentarité des dimensions éducatives du modèle proposé supposent une approche dans laquelle les dimensions sont vues comme des sous-systèmes en interaction qui pourront être mis en relation.

Aussi, ce modèle éducationnel privilégie une approche *globale* qui concentre l'attention de l'enseignant et de l'apprenant « sur la dynamique d'ensemble des composantes, sur le tout interactif d'éléments internes et externes et sur la situation de cet ensemble dans un ensemble plus large » (Legendre, 2005: 109). En effet, les diverses dimensions que propose le modèle concernent à chaque fois la mise en relation de deux champs d'intervention éducative. La plupart du temps, une dimension de l'un de ces champs viendra contextualiser l'autre. Une telle contextualisation s'effectue au moyen de l'étude de phénomènes ou de problématiques qui comportent souvent de nombreuses facettes. Or, une telle recherche repose sur une vision de l'enseignement/apprentissage de phénomènes et de problématiques qui n'est réellement pertinente que dans la mesure où les phénomènes sont abordés selon plusieurs angles. Le modèle proposé préconise donc une approche globale en lien avec l'étude systémique des facettes technologiques,

scientifiques, environnementales, morales et éthiques des phénomènes ou des problématiques abordés.

De plus, de par les multiples disciplines contributives sous-jacentes à l'ERE, à l'ERS et à l'ERT, le modèle éducationnel qui nous intéresse met de l'avant une approche interdisciplinaire. Legendre (2005: 110) décrit cette approche comme « une façon générale d'aborder un projet ou de résoudre un problème en faisant interagir et en combinant des données et des approches issues de plusieurs disciplines ».

Au regard du caractère multidimensionnel de l'objet d'apprentissage (à la confluence de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT), le modèle choisi adopte une « approche **cognitive** qui vise l'acquisition et l'utilisation de savoirs ainsi que le développement de capacités intellectuelles » (Legendre, 2005: 101). En effet, les diverses dimensions « ... au sujet de ... » et « ... dans ... » de ce modèle impliquent l'acquisition de savoir et le développement de savoir-faire ou de compétences à l'égard des sciences de la technologie ou de l'environnement. Les dimensions « pour » de ce modèle, visant les résolutions de problèmes environnementaux ou la valorisation sociale des sciences et de la technologie, peuvent également s'inscrire dans cette approche cognitive. En effet, Sauvé (1992) souligne que les connaissances sont reliées à l'agir. Il existe une interaction dynamique entre valeurs, croyances, savoir et agir. Un apprenant, sensibilisé par la nouvelle acquisition de savoir ou de savoir-faire, est davantage susceptible d'agir en ce sens. L'engagement dans l'action devient un contexte d'émergence ou d'acquisition de savoirs nouveaux.

Le modèle éducationnel à l'étude adopte également une approche **pragmatique** de l'objet d'apprentissage, que Legendre (2005: 112) définit ainsi : « une vision de l'enseignement/apprentissage qui vise le développement d'habiletés. » En effet, diverses dimensions du modèle éducationnel proposé dans cette recherche visent notamment à développer les habiletés ou le savoir-faire de l'apprenant à l'égard des

sciences, de la technologie ou de l'environnement, en vue de résoudre des problèmes concrets ou de mettre des projets en œuvre.

Par l'étude des aspects moraux et éthiques des problématiques et des phénomènes, le modèle propose aussi une *approche morale* qui vise « l'acquisition d'une éthique et de valeurs personnelles ainsi que leur transposition dans la vie quotidienne » (Legendre, 2005: 114). Cette approche peut également être mise en relation avec l'*approche affective*, « qui vise le développement d'attitudes, d'émotions, d'intérêts, de la sensibilité, de sentiments, de valeurs, qui suscitent un agir favorable envers un objet » (Legendre, 2005: 102). Le développement de valeurs, d'une éthique personnelle, ainsi que le développement d'attitudes, d'intérêts, d'une sensibilité et de sentiments favorables, sont essentiels aux dimensions « pour », qui tendent notamment à valoriser les sciences, la technologie et l'environnement.

Finalement, en ce qui concerne la nature même des apprentissages visés, le modèle qui fait l'objet de cette recherche se situe dans une *approche scientifique*, décrite par Legendre (2005 : 119) comme « une façon globale d'aborder l'étude des phénomènes naturels, humains, sociaux, économiques ou autres en s'inspirant des données et des méthodes admises et utilisées dans les sciences ». Bunge (1983a) ajoute qu'une telle approche repose sur les fondements du savoir scientifique qui s'intéresse la plupart du temps à des problèmes cognitifs et expérimentaux. Le modèle s'inscrit aussi dans une *approche technologique* décrite par Bunge (1983), comme cherchant à contrôler les systèmes naturels aussi bien qu'à créer des systèmes artificiels.

6.2. Des approches mises en œuvre par diverses stratégies

Les diverses approches présentées à la section précédente pourront être mises en œuvre grâce à différentes stratégies, chacune permettant de préciser les caractéristiques des divers éléments associés à une situation pédagogique.

Dans le cadre du modèle éducationnel proposé, nous avons retenu des stratégies en vertu de leur pertinence dans l'opérationnalisation des seize dimensions éducatives proposées. De plus, elles ont également été choisies en regard des présupposés théoriques du modèle à l'étude, qui s'inscrivent dans le paradigme éducationnel inventif de Bertrand et Valois (1999).

Les sections suivantes décrivent les diverses stratégies sélectionnées en les regroupant selon le champ duquel elles proviennent : les stratégies propres à la didactique générale, à la didactique de la formation morale, ainsi que celles qui ont été développées à travers les champs spécifiques de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie.

6.2.1. Stratégies du domaine de la didactique générale

Parmi les diverses stratégies pédagogiques développées dans le champ de la didactique générale, celles qui sont associées à la résolution de problèmes semblent pertinentes au modèle éducationnel proposé. En effet, pour Guilbert et Ouellet (1999), la résolution de problèmes englobe d'autres stratégies comme celle de l'étude de cas, de la pédagogie du projet, des controverses structurées et de la construction de l'opinion. La section qui suit présentera d'abord la stratégie de la résolution de problèmes, qualifiée de *stratégie-cadre* par Sauvé (1997), avant de commenter les autres stratégies, plus spécifiques.

La résolution de problèmes

Avant de décrire formellement la stratégie propre à la résolution de problèmes, il convient de mentionner que la démarche même de résolution de problèmes prend une couleur particulière en fonction des champs d'intervention éducative dans lesquels elle se situe. Cette situation s'explique certainement par le fait que la nature des problèmes diffère entre l'ERE, l'ERS ou l'ERT.

La notion de problème fait référence à une question ou à une difficulté à résoudre. Le processus de résolution de problèmes s'applique par conséquent à tout type de question ou de difficulté à résoudre. Sauvé (1997a) présente la démarche de résolution de problèmes comme une stratégie-cadre, issue de la didactique générale. L'auteure ajoute qu'une démarche de résolution de problèmes s'adapte selon le type de problème qui sera abordé.

En ERE, Sauvé (1997) souligne que la stratégie de la résolution de problèmes constitue une stratégie qui contribue à la résolution de problèmes réels (question ou difficultés réelles) qui pourront permettre des apprentissages divers (savoirs, habiletés, attitudes, valeurs, compétences, etc.).

Par ailleurs, en ERT, la résolution de problèmes prend un tout autre sens. À cet effet, le gouvernement du Québec (2007b) mentionne qu'un problème technologique touche souvent un besoin à remplir au moyen d'une démarche comportant diverses contraintes présentes au cahier des charges. Enfin, la démarche de résolution de problèmes scientifiques s'inscrit souvent dans une perspective de conceptualisation ou de compréhension de phénomènes naturels (Guilbert et Ouellet, 1999).

En contexte d'apprentissage scolaire, et ce, peu importe le champ d'intervention éducative, la démarche de résolution de problèmes est souvent associée à la pédagogie de l'apprentissage par problème (APP). Guilbert et Ouellet (1999) indiquent que la démarche de résolution de problèmes se situe à l'opposé des approches traditionalistes visant essentiellement la transmission des connaissances. Dans l'apprentissage par problème, les apprenants travaillent de concert à résoudre un problème (une question), généralement proposé par l'enseignant, pour lequel ils n'ont reçu aucune formation spécifique. C'est à travers la résolution de ce problème que les élèves pourront faire des apprentissages de contenu ou développer des compétences. L'objectif de cette stratégie en didactique des sciences est souvent associé à la

conceptualisation. Ainsi, la tâche consiste fréquemment à expliquer les phénomènes sous-jacents au problème et à tenter de résoudre ce dernier dans un processus non linéaire. Toute la démarche est donc guidée par l'enseignant, qui joue un rôle de facilitateur.

Tel que mentionné précédemment, Guilbert et Ouellet (1999) associent à la stratégie de résolution de problèmes les stratégies de l'étude de cas, la pédagogie du projet et les controverses structurées. Avant de décrire systématiquement ces stratégies dans les sections suivantes, il est intéressant de consulter le tableau suivant, qui permet généralement de différencier les stratégies rattachées à l'approche par problème que les auteurs soulignent.

Tableau 6.1
Stratégies reliées à l'approche par problème
en enseignement/apprentissage des sciences
(Guilbert et Ouellet, 1999)

	Résolution de problèmes	Étude de cas	Projet	Controverse
Buts visés	Problème à résoudre	Question à analyser et décision à prendre	Action à entreprendre et réalisation à accomplir	Opinion à structurer et décision à prendre
Information	À chercher	Disponible	À chercher	À chercher
Objectifs	Conceptualisation	Formalisation et applications de principes	Intégration des apprentissages	Compréhension systémique et nuancée

L'étude de cas

Sauvé (1997) présente l'étude de cas « comme faisant partie intégrante de toute stratégie de résolution de problèmes. Elle inclut l'analyse d'une situation-problème, le diagnostic du problème, de même que la recherche et l'évaluation des solutions

possibles » (*Ibid.*). Selon cette dernière auteure, un « cas » est une situation problématique qui fait souvent référence à un problème passé déjà résolu. Dans cette perspective, l'étude de cas est de nature historique ou jurisprudentielle. D'un autre côté, le cas présenté peut correspondre également à un problème en cours que l'étude de cas peut contribuer à résoudre.

Dans le même ordre d'idées, Chamberland et coll. (1995: 91) définissent l'étude de cas comme « une proposition, à un petit groupe, d'un problème réel ou fictif en vue de poser un diagnostic, de proposer des solutions et de déduire des règles ou des principes applicables à des cas similaires ».

Selon Muchielli (1979), l'étude de cas peut être employée dans diverses discussions de groupe pour amorcer une quête d'information, pour amener à analyser un problème ou pour en arriver à une prise de décision. Pour Sauvé (1997), l'étude de cas permet d'acquérir des connaissances au sujet de diverses problématiques et des solutions possibles. Cette stratégie permet également de stimuler le développement d'habiletés de recherche, d'analyse et d'évaluation, en plus d'offrir un contexte très approprié à la clarification des valeurs.

Guilbert et Ouellet (1999) ajoutent que l'étude de cas trouve sa pertinence dans le fait que l'apprenant joue un rôle actif dans son apprentissage, car il détermine les points d'intérêt à investiguer et respecte son propre rythme. Selon les auteures, l'étude de cas permet la formalisation des apprentissages et l'application de principes déjà abordés.

Le projet

Tout comme Guilbert et Ouellet (1997), Sauvé (1997) associe également la stratégie de résolution de problèmes à celle du développement de projets. L'auteure souligne que différents types de projets peuvent être envisagés : un projet de recherche, de réalisation ou de production, ou encore, un projet de résolution de problèmes. Un

problème à résoudre peut donc faire l'objet d'un projet, mais l'élaboration de celui-ci peut être envisagée comme un problème à résoudre. Cette dernière idée rejoint les propos de Legendre (2005), qui estime pour sa part que l'approche par projet est généralement une expression plus vaste que celle de l'approche par problèmes⁸².

De surcroît, la notion de projet peut se définir comme étant « l'application et l'intégration d'un ensemble de connaissances et d'habiletés dans la réalisation d'une œuvre » (Chamberland, Lavoie et Marquis, 1995: 59). Legendre (2005) ajoute aussi que le projet est souvent centré sur l'idée d'un défi à relever.

Sauvé (1997) considère en outre qu'en milieu scolaire, la démarche de développement de projets est le plus souvent associée à la « pédagogie de projet ». Dans cette perspective, Pierre Pelletier (2005) souligne qu'un projet permet à l'élève de prendre plus d'initiatives, l'enseignant n'étant pas l'unique dispensateur de savoir. Le projet suppose que l'élève planifie lui-même son travail et se responsabilise, car les objectifs élaborés dépassent souvent la rigidité de ceux d'un programme scolaire. De plus, l'étudiant doit collaborer avec ses pairs, de même qu'avec des intervenants à l'extérieur de la classe, voire de l'école.

L'idée du projet peut être proposée par l'enseignant ou les élèves. Ces derniers peuvent soumettre des idées de projets ou s'en faire suggérer par l'enseignant. À ce sujet, Sauvé (1997) ajoute que le projet peut aussi être négocié entre l'enseignant et les élèves.

La controverse structurée

Lorsque l'enseignant souhaite aborder des problèmes complexes comportant de multiples perspectives (scientifique, technologique, sociale, éthique,

⁸² Toutefois, nous ne considérerons pas seulement la stratégie du projet comme une sous-catégorie de la stratégie de résolution de problèmes. Elle sera traitée de manière indépendante à titre de stratégie-cadre.

environnementale, économique, politique, etc.), la stratégie de la controverse structurée s'avère certainement très pertinente.

En effet, Guilbert (2006, dans PISTES, 2006) soutient que les problèmes de la vie courante diffèrent des *simples* problèmes théoriques la plupart du temps présentés aux élèves. En effet, non seulement ces problèmes de la vie courante peuvent être envisagés sous de nombreuses perspectives, mais encore, leur résolution varie selon les valeurs et les perspectives choisies. De plus, Guilbert (2006) ajoute que dans l'étude de problèmes complexes, plusieurs informations ne sont pas accessibles, et lorsqu'elles sont disponibles, il faut juger de leur crédibilité et de leur pertinence.

Guilbert (2006) remarque également que, contrairement à la stratégie du débat (présentée ensuite), « la controverse structurée évite la polarisation prématurée des opinions et permet un meilleur dialogue et une meilleure pensée empathique » (n.d.). La stratégie permet à l'élève de ne pas s'enfermer dans ses idées préconçues, mais de s'ouvrir à d'autres points de vue, aspects, valeurs, cultures, etc. L'idée est de remettre en question les modes de pensée traditionnels grâce à la pensée divergente ou créative, de manière à formuler un problème de façon différente. La controverse structurée a donc pour but :

[...] d'organiser et de catégoriser l'information pour arriver plus facilement à clarifier les positions, les aspects et les enjeux, et ce, dans le but de synthétiser des positions et d'amener des solutions possibles à court, à moyen et à long terme. Les participants doivent élaborer et présenter une argumentation pour avancer une position et poser des questions aux autres participants qui élaborent et présentent une position et une perspective différente. Chaque position présentée est donc remise en question par les participants, ce qui permet de percevoir le problème sous différents angles et de stimuler la curiosité épistémique, c'est-à-dire comment se sont construits la représentation du problème et son argumentaire. De plus, les questions posées permettent de dévoiler l'incertitude qui plane quant à la rectitude des points de vue présentés. À cet instant, certains conflits d'idées entrent en jeu, il est alors nécessaire de se faire à nouveau une idée, de synthétiser et d'intégrer les différents

points de vue avant de prendre une décision (Johnson, Johnson et Smith, 1997).⁸³

Guilbert (2006, dans PISTES, 2006) souligne finalement qu'une telle stratégie peut être traitée dans une perspective plus sociologique (Latour, 1989) ou plus systématique, comme la stratégie de l'îlot de rationalité (présentée plus loin) proposée par Fourez (1994).

Le débat

Généralement, la stratégie du débat consiste à opposer deux groupes autour d'un énoncé ou d'une situation controversée. Les apprenants sont scindés en deux groupes dans lesquels un des groupes doit préparer des arguments favorables, et l'autre doit apporter des arguments contraires.

Pour Iozzi (1987, dans Sauvé, 1997), un débat peut être de type formel ou informel. Dans un débat formel, des juges déterminent le temps du débat et en dirigent la dynamique entre les deux équipes de participants. Les juges ont également la tâche de surveiller le temps des interventions et de désigner une équipe gagnante. Dans le débat informel, il n'y a pas nécessairement de juge ni d'équipe gagnante. Les participants se séparent en deux équipes. Chaque participant dispose, en alternance, d'un court laps de temps pour présenter son point de vue. Contrairement au débat formel qui est très préparé, le débat informel est plutôt spontané, c'est-à-dire que les arguments sont construits au fur et à mesure que le débat se déroule. L'objectif de cet exercice est de permettre le développement d'habiletés liées à la communication et à la structuration des idées et des arguments. À la fin du débat informel, les deux équipes analysent ensemble les meilleurs arguments et peuvent construire une proposition consensuelle entre les deux positions initiales.

⁸³ Traduit de Johnson, Johnson et Smith (1997) par Guilbert (2006), dans PISTES, 2006.

Pour leur part, Johnson, Johnson et Smith (1997, dans PISTES, 2006) comparent la stratégie du débat à celle de la controverse structurée (voir tableau 6.2).

Tableau 6.2
Comparaison de stratégies pédagogiques traitant de thèmes controversés
(adapté de Johnson, Johnson et Smith, 1997, dans PISTES, 2006)⁸⁴

	Controverse structurée	Débat	Construction d'opinion
Traitement de l'information	Catégoriser et organiser les informations afin d'en arriver à des conclusions.	Catégoriser et organiser les informations afin d'en arriver à des conclusions.	Catégoriser et organiser les informations afin d'en arriver à des conclusions.
Formes d'argumentation et de prise de position	Présenter, défendre et élaborer une position et son argumentation.	Présenter, défendre et élaborer une position et son argumentation.	Pas de tentative d'explication aux autres de sa propre position.
Formes de remise en question	Être remis en question par les positions adverses.	Être remis en question par les positions adverses.	Présence d'un seul point de vue.
Certitude du point de vue	Conflit conceptuel et incertitude quant à la rectitude de ses propres points de vue.	Conflit conceptuel et incertitude quant à la rectitude de ses propres points de vue.	Haut degré de certitude quant à la rectitude de ses propres points de vue.
Intégration des apprentissages	Reconceptualisation, synthèse, intégration.	Adhérence bornée à son propre point de vue : peu d'intégration.	Une fois le jugement porté, adhérence stricte à son propre point de vue : niveau d'intégration variable.
Résultat	Accomplissement élevé : relations interpersonnelles positives, bonne santé psychologique, compétences sociales améliorées	Accomplissement modéré : relations interpersonnelles variables, santé psychologique variable.	Accomplissement modéré, santé psychologique variable.

Ils soulignent que pour une même situation controversée, les apprentissages issus de la stratégie du débat sont moins positifs (en terme d'intégration des apprentissages, de sentiment d'accomplissement, de santé psychologique, de compétences sociales

⁸⁴ Ce tableau est tiré de Johnson, Johnson et Smith (1997, dans PISTES, 2006), mais nous avons ajouté la colonne « construction d'opinion ». En effet, celle-ci permet d'aborder la construction de l'opinion plutôt que de traiter de l'apprentissage individualisé.

développées) que ceux issus de la stratégie de la controverse structurée. Les auteurs poursuivent aussi en mentionnant que les apprentissages issus d'un apprentissage plus individuel, comme en démarche individuelle de construction de l'opinion, sont encore moins positifs.

La construction de l'opinion

Dans une perspective plus individuelle, la stratégie de la construction de l'opinion peut également se jumeler à la stratégie du débat. Pour le gouvernement du Québec (2007b: 26), la construction de l'opinion amène l'élève

[...] à construire son opinion et à construire une argumentation relative à une problématique scientifique, technologique ou environnementale, l'élève doit prendre conscience de son engagement personnel, de ses croyances et de ses valeurs. Il importe donc qu'il réalise comment l'acquisition et l'utilisation de connaissances (disciplinaires, épistémologiques et contextuelles) et d'habiletés générales peuvent contribuer à la construction d'une opinion éclairée.

Comme en ce qui a trait à d'autres stratégies, le gouvernement du Québec (2007b) souligne que la construction de l'opinion fait appel à l'interprétation des informations, à leur mise en relation, à la reconnaissance des idées préconçues et des présupposés, à des modes de raisonnement analogique et à la prise en compte de faits apparemment contradictoires.

Il est également à noter que cette stratégie favorise la construction d'une argumentation solide et la justification d'une conclusion.

En y faisant appel, l'élève devrait prendre conscience du fait que ses croyances et ses valeurs peuvent influencer son jugement, que la recherche de plusieurs sources d'information est déterminante, que la contradiction entre plusieurs sources d'information est fréquente et mérite d'être interprétée et que le choix d'une solution peut dépendre de plusieurs facteurs. (Gouvernement du Québec 2007b: 26).

L'autogestion pédagogique

Dans le cas où la résolution de problèmes s'inscrit dans un contexte moins directif de la part de l'enseignant, nous pouvons nous situer dans la stratégie de l'autogestion pédagogique. Comme le suggèrent Roth et Désautels (2002), cette dernière stratégie peut être associée à la stratégie générale de résolution de problèmes, à propos de questions sociopolitiques pouvant être traitées dans le courant de l'éducation scientifique, comme et pour l'action sociopolitique.

La stratégie de l'autogestion pédagogique ne constitue pas une nouvelle stratégie en émergence. En effet, elle a été élaborée en France à la fin des années 1960. Elle s'inscrit dans une vision sociale de l'éducation qui insiste sur les déterminants sociaux ou environnementaux de la vie éducative. À cette époque, Giordan (2005: n.d.) rappelle que

[...] les théories sociales ont joué un rôle contestataire par rapport aux pratiques traditionnelles en critiquant les institutions éducatives. Celles-ci, encore aujourd'hui, mettent l'accent sur les transformations à apporter à l'éducation en fonction de ses rapports avec la société.

Legendre (2005: 144) définit l'autogestion pédagogique comme un « système d'organisation de la population et de la vie sociale dans lequel l'organisation et la gestion cessent d'être la propriété privée de quelques-uns (groupes minoritaires, castes ou classes dominantes) pour devenir propriété collective ». De son côté, Giordan (2005: n.d.) ajoute que l'autogestion pédagogique était à l'époque définie comme « un système d'éducation dans lequel le rapport de formation était en principe aboli. Les apprenants décidaient de ce qui devait être leur formation et qui la géraient ». Cette vision contestataire de l'apprenant avait inauguré, selon Kaepelin (1974), un nouveau type de relation entre l'enseigné et l'enseignant, remettant en question le rôle respectif de chacun d'entre eux et modifiant la relation de pouvoir où l'un domine l'autre. Ainsi, les demandes de l'apprenant sont à la base d'une éducation

non directive, de sorte que la relation éducative n'est pas centrée sur les désirs et les intérêts de l'éducateur. Cet auteur considère en outre que la fonction de l'éducateur consiste à se mettre à la disposition du groupe avec tous les moyens qu'il peut leur fournir. L'éducateur occupe un rôle d'animateur et répond aux demandes du groupe grâce à des interventions structurantes pour l'apprenant.

Dans une perspective plus récente, Chavez (2005: 126) souligne que

l'autogestion pédagogique vise le développement d'une conscience sociale à partir d'une action concrète sur des problèmes sociopolitiques qui intéressent les apprenants. Les apprenants sont invités à développer une position critique sur leurs apprentissages. L'enseignant joue donc un rôle d'inducteur des processus d'autogestion et d'autodéveloppement de l'individu comme agent de changements sociopolitiques.

6.2.2. Stratégies du domaine de la didactique de la formation morale

Des stratégies issues du champ de la didactique de la formation morale favorisent la prise en compte des aspects moraux et éthiques des phénomènes ou des problématiques à l'étude. Parmi celles-ci, on peut faire référence aux stratégies de *l'analyse des valeurs* et de la *clarification des valeurs*.

L'analyse des valeurs

Pour Sauvé (1997, p. 176), les controverses socio-environnementales s'appuient notamment sur des conflits de valeurs entre différents protagonistes. La stratégie de l'analyse des valeurs permet de mieux comprendre la dimension affective et morale associée à ces controverses.

Elle consiste essentiellement à déterminer et à évaluer les différentes valeurs qui sous-tendent les positions des divers acteurs concernés dans une situation problématique. L'analyse des valeurs est axée sur la compréhension de la dimension

affective des conflits, mais se situe à un niveau d'analyse qui se veut le plus objectif possible. Il s'agit donc d'une démarche de nature plutôt cognitive.

La clarification des valeurs

Selon Sauvé (1997), la stratégie de la clarification des valeurs est reliée à celle de l'analyse des valeurs, mais dans ce cas, les valeurs étudiées se résument aux valeurs personnelles des apprenants, de l'enseignant ou des individus ou groupes impliqués dans la situation d'apprentissage.

La clarification des valeurs consiste donc à amener l'apprenant à analyser ses propres valeurs au sujet d'une situation particulière. Pour ce faire, plusieurs stratégies sont possibles. Sauvé (1997: 178-179) discerne les suivantes :

- *La première consiste à choisir une question environnementale qui intéresse les élèves, les étudiants ou les participants. Cette situation problématique est d'abord clarifiée, de façon à s'assurer que les enjeux sont bien compris. Puis, chacun est invité à préciser et à exprimer ses propres croyances, sentiments, attitudes et valeurs au sujet de la problématique.*
- *Une autre stratégie consiste à intégrer la démarche de clarification des valeurs à un projet d'action en faveur de l'environnement [...]. À différentes étapes du processus de résolution de problèmes, l'enseignant ou l'animateur prévoit une séance de discussion portant sur les valeurs.*

À l'égard du rôle de l'enseignant dans la stratégie de la clarification des valeurs, Sauvé (1997: 179) note que

l'une des tâches essentielles de l'animateur est de s'assurer que le climat de discussion favorise l'implication de chaque participant et permet la libre expression des croyances, attitudes et valeurs de chacun. Les valeurs ne doivent pas être jugées, ni présentées comme meilleures ou pires les unes que les autres, mais comme simplement préférées par chacun. Les principes premiers sont ceux du respect des personnes et de

la liberté de choix. L'animateur doit favoriser le développement de l'autonomie et de la cohérence chez les participants.

6.2.3. Stratégies du domaine de l'ERE

Parmi les stratégies développées en éducation relative à l'environnement, *l'audit environnemental*, le *forum des questions environnementales*, *l'interprétation environnementale* et *l'immersion environnementale* sont pertinentes pour enrichir le volet praxéologique du modèle éducationnel que propose cette recherche.

L'audit environnemental

Selon Sauvé (1997: 188), le terme *audit* a été emprunté au monde des affaires. Dans ce milieu, celui-ci correspond à une démarche de vérification et d'évaluation du fonctionnement et du rendement d'une entreprise. Selon l'objectif de départ, l'audit peut être particulièrement dirigé vers l'un ou l'autre des aspects de l'entreprise : aspects financiers, technologiques, environnementaux, etc. De plus, l'audit peut donner lieu à des recommandations quant aux correctifs ou aux solutions de rechange pour l'un ou l'autre des maillons de la chaîne de production ou de services.

En contexte éducatif, Sauvé (1997: 188) signale que l'audit environnemental correspond à une sorte d'étude de cas axée sur l'évaluation d'une situation et la recherche de mesures correctives ou de rechange. De préférence, il s'inscrit dans une démarche globale de résolution de problèmes et peut être mené dans le contexte d'une pédagogie de projet. Une telle stratégie peut amener les élèves à développer une meilleure connaissance de leur milieu, de même qu'un sentiment de responsabilité envers ce dernier, de façon à intégrer les valeurs environnementales aux stratégies de gestion de l'école.

Sauvé (1997: 188) ajoute finalement :

[...] un audit environnemental en contexte scolaire peut être global ou partiel. Il peut être limité à une perspective, comme par exemple à la consommation énergétique (audit énergétique) ou à la gestion des déchets. Par ailleurs, à défaut de considérer l'ensemble de l'école, les élèves peuvent mener l'audit environnemental de leur classe, ou de la cafétéria, ou de la cour d'école, etc.

Le forum des questions environnementales

Sauvé (1997) signale que la stratégie du forum des questions environnementales a été élaborée par une équipe de la *North American Association for Environmental Education* (NAAEE, 1993). Elle propose d'animer un groupe de discussion (*forum*) ou un cercle d'étude (*study circle*) au sujet d'une problématique environnementale :

[...] les participants sont invités à étudier ensemble une question qui porte à controverse. Au cours de la discussion, ils acquièrent une meilleure compréhension du problème. Ils doivent faire face à une diversité de points de vue, à un large éventail de choix personnels et politiques. Ils apprennent à tenir compte de l'opinion de l'autre, à comprendre les différentes prises de position et à élargir leurs perspectives. Dans un processus d'investigation critique, ils recherchent et évaluent des solutions. Ils tentent d'obtenir un consensus pour une vision commune de la problématique et si possible, pour une prise de décision. Une telle démarche peut aider une communauté à préparer un terrain d'entente pour entreprendre une action collective concertée. (Sauvé, 1997 : 190)

La stratégie que nous venons d'explicitier est donc semblable à la stratégie de la controverse structurée, énoncée plus tôt, dans laquelle les participants à la rencontre fournissent différents points de vue associés à une problématique. Toutefois, au sein de la stratégie de la controverse structurée, la perspective présentée par l'élève est souvent exogène, alors qu'au sein du forum des questions environnementales, l'élève peut exprimer ses propres opinions ou réflexions.

L'interprétation environnementale

Dans la perspective visant à saisir globalement l'interrelation de l'humain avec le milieu de vie, Sauvé (1997: 184) soutient la pertinence de la stratégie de l'interprétation environnementale. L'auteure poursuit en mentionnant que dans le contexte de l'éducation relative à l'environnement, « il s'agira de l'environnement biophysique, patrimoine collectif nécessaire à la vie et à la qualité de vie, en étroite interrelation avec les éléments socioculturels de l'environnement global. » (*Ibid.*).

Lucie Sauvé propose d'interpréter l'environnement immédiat (l'école, le quartier) ou l'environnement régional (avec ses composantes naturelles, agricoles, industrielles ou résidentielles, etc.). À cet effet, elle souligne que

[...] la stratégie pédagogique de l'interprétation environnementale guidée propose une démarche pour explorer l'environnement, le comprendre, lui donner un sens, le rattacher à des valeurs, pour remettre en question notre relation avec l'environnement, dans le but de contribuer au développement d'un vouloir et d'un savoir-agir responsable à cet égard. (Sauvé, 1997 : 1850)

Aussi, Sauvé (1997: 184) ajoute que le modèle de l'interprétation environnementale, proposé par Richard Quetel et Christian Souchon (UNESCO, 1985), vise le développement de la connaissance critique et de la compréhension d'un environnement particulier, de manière à développer une volonté de prise en charge de l'environnement et de remise en cause des comportements, des conduites et des attitudes de l'environné. La démarche générale de ce modèle consiste à explorer l'environnement au cours de visites reliées à une problématique. Il s'agit de questionner cet environnement, d'y chercher des réponses, de le comprendre, de lui donner un sens, de le rattacher à des valeurs, de manière à mettre en cause sa propre relation à l'environnement. Sauvé (1997: 184) note de plus que cela permet de contribuer au développement d'un vouloir et d'un savoir-agir responsable à l'égard de l'environnement.

L'immersion

La stratégie de l'immersion consiste dans son ensemble à amener l'apprenant dans l'environnement. À titre d'exemple (parce qu'il y en a plusieurs autres), le modèle de la relation avec la nature⁸⁵, proposé par Cohen (1990, dans Sauvé, 1997), vise à développer une sensibilité à l'égard du milieu et une meilleure connaissance de ce dernier dans une approche sensualiste. Selon Sauvé (1997: 219), un tel modèle s'appuie sur l'idée que « les problèmes du monde actuel sont en effet tributaires de l'écart entre la façon dont la nature fonctionne et notre façon de penser et d'agir ». La stratégie globale consiste donc à amener les participants sur le terrain, dans un milieu semi-naturel immédiatement accessible ou dans un milieu naturel plus éloigné. « Ce modèle met en œuvre les principes de ce que l'auteur appelle l'écologie intégrée, où le sujet est perçu d'abord comme un être sensible : *je sens donc je suis* ». (*Ibid.*).

6.2.4. Stratégies du domaine de l'ERS

Parmi les stratégies développées en éducation relative aux sciences, certaines stratégies dites traditionnelles (*expérimentation, observation, démonstration*) permettront de contribuer à la mise en pratique de certaines dimensions éducatives du modèle éducationnel que propose la présente recherche. Nous pourrions également mettre à profit la stratégie plus récente de l'*îlot de rationalité*.

Stratégies traditionnelles en enseignement relatif aux sciences

Parmi les stratégies plus traditionnelles en enseignement relatif aux sciences, (Gouvernement du Québec, 2007a: 25) la stratégie de l'**observation** consiste en un « processus qui permet à l'apprenant d'interpréter des objets ou phénomènes selon des critères déterminés par l'observateur ainsi que par ce qui fait consensus dans un

⁸⁵ Nous nommerons ce modèle *modèle de la relation avec l'environnement* dans le but d'inclure des considérations technologiques associées à l'environnement construit. Ce n'était pas l'intention initiale de ce modèle, qui était au préalable centré sur la nature. Toutefois, certains principes de ce modèle peuvent être appliqués à une immersion dans l'environnement, et non seulement à un milieu naturel.

cadre disciplinaire donné ». À la lumière des informations recueillies, celui-ci doit en arriver à une nouvelle compréhension des faits. Cette compréhension demeure toutefois tributaire du contexte dans lequel s'effectue l'observation.

Le gouvernement du Québec (2007b: 25) ajoute également que « par sa manière d'interpréter et d'organiser les informations, l'observateur fait une relecture de son environnement en tenant compte de ses présupposés. » Ainsi, toute observation repose déjà sur l'établissement d'un modèle théorique provenant de celui qui observe.

Aussi, la stratégie de **l'expérimentation** sous-entend un contact direct avec un objet ou un phénomène, ce qui contribue à l'élargissement des connaissances ou des habiletés d'une personne (Legendre, 2005: 656). Selon le gouvernement du Québec (2007b: 25), cette stratégie implique tout d'abord la formulation de premières explications ou d'hypothèses de la part de l'apprenant au regard du problème ou du phénomène à l'étude.

Celles-ci [premières explications] lui permettront d'amorcer une tentative de réponse et de définir le cadre dans lequel se fera l'expérimentation. L'apprenant s'engage ensuite dans l'élaboration d'un protocole expérimental dans lequel il reconnaîtra un certain nombre de variables en vue de les manipuler. Le but du protocole est de faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les mettre en relation et de les confronter aux hypothèses. Les interactions entre les diverses phases de cette stratégie expérimentale permettent de soulever de nouveaux questionnements, de formuler de nouvelles hypothèses, d'apporter des ajustements à sa mise en œuvre et de prendre en compte les limites de l'expérimentation.

Enfin, la stratégie de la **démonstration** peut prendre plusieurs sens. En mathématiques, l'Encyclopædia Britannica (1996: 1378) définit une démonstration comme suit :

[...] un raisonnement qui permet, à partir de certaines données, d'établir qu'une assertion est nécessairement vraie. Ces démonstrations utilisent la

logique, et incluent habituellement des éléments du langage naturel en évitant tant que possible d'introduire des ambiguïtés. L'enseignement relatif aux sciences mobilise à l'occasion des activités des démonstrations mathématiques.

En contexte scientifique, une démonstration fait référence plus souvent « à une action visant à montrer ou à expliquer certaines données ou certains phénomènes d'une science » (Encyclopædia Britannica, 1996: 1378). Il s'agit donc d'une expérience scientifique présentée aux apprenants dans le but de représenter certains principes scientifiques ou d'attirer l'attention sur ces derniers.

L'îlot de rationalité

La stratégie de l'îlot de rationalité a été proposée par Gérard Fourez (1994). Les élèves y sont invités à construire leurs connaissances autour de l'invention d'un modèle qui représente une situation par ses divers éléments constitutifs. Il s'agit donc d'une représentation théorique permettant non seulement de réaliser un projet particulier, de composer avec une situation, ou encore, d'élucider une notion, mais aussi de rendre possible des discussions et des débats organisés autour de ce projet ou des dites notions. On peut aborder une controverse *socio-technique* qui demande éclaircissement en y reliant diverses notions dites scientifiques ou technologiques qui y sont impliquées, mais aussi d'autres notions provenant d'autres contextes disciplinaires (Fourez, 1998).

Larochelle et Désautels (2002) ajoutent que le travail entourant la construction d'un îlot de rationalité « a pour objectif de donner les moyens à l'apprenant, lorsque confronté à une situation ou un contexte qui demande de prendre une décision, de se créer une représentation de cette situation. ». Pour être bien complète, cette représentation se doit d'être multidisciplinaire et d'incorporer différents points de vue et diverses orientations. Ainsi, Larochelle et Désautels (2002) concluent que la construction d'un îlot de rationalité à propos d'une question socio-écologique ne

saurait être déterminée par une seule discipline scientifique « puisque, pour être complète, elle doit également tenir compte des éléments économiques, sociologiques, éthiques et politiques. ». Par contre, l'importance respective des points de vue peut être négociée en fonction du projet en cause ou de la tâche à réaliser dans le contexte.

6.2.5 Stratégies du domaine de l'ERT

Parmi les stratégies développées en éducation relative à la technologie, *la conception technologique, le design technologique, l'artisanat, l'analyse technologique, la discussion des valeurs morales et l'utilisation des technologies de l'information et de la communication* consistent en des stratégies pertinentes à la mise en œuvre de certaines dimensions éducatives du modèle éducationnel proposé.

La conception technologique

Dans le contexte industriel des années 1970, Gerhard Pahl et Wolfgang Beitz (1996) ont été les premiers à théoriser l'acte de la conception d'un produit, dans la définition d'un objet dit *technique* :

- ***phase de définition fonctionnelle*** : permettant de préciser les fonctionnalités que doit remplir l'objet ainsi que la modélisation fonctionnelle du besoin ;
- ***phase de définition conceptuelle*** : permettant de préciser quels principes physiques vont être utilisés pour remplir les exigences fonctionnelles ;
- ***phase de définition physico-morphologique*** : permettant de préciser quels éléments physiques et organiques sont requis pour réaliser les principes physiques retenus ;
- ***phase de définition détaillée*** : permettant de décrire au niveau le plus bas les interactions entre les pièces et leur mode de production.

Cette modélisation du processus de conception de produit a été élaborée dans un cadre industriel. Elle est linéaire et chacune des étapes permettent la rédaction d'un cahier des charges spécifiques pour la phase suivante.

Dans une perspective pédagogique, le gouvernement du Québec (2007a) soutient que la conception technologique fait appel à la logique, à la rigueur, à l'abstraction et à l'exécution. L'élève peut donc passer du raisonnement à la pratique. Dans cette perspective scolaire, le gouvernement du Québec (2007a : 29) ajoute que la démarche de conception suppose d'abord la détermination d'un besoin :

L'étude du problème technologique qui s'ensuit doit tenir compte des diverses conditions et contraintes à respecter (cahier des charges). S'amorce alors le travail véritable de conception : recherche de solutions au regard du fonctionnement et de la construction, la précision des formes, des matériaux, le dessin des pièces, etc. La fabrication du prototype, les essais et la validation complètent finalement l'exercice. C'est par un examen approfondi du prototype qu'il a conçu que l'élève peut évaluer la solution qu'il préconise et vérifier si elle est conforme aux exigences de son cahier des charges.

La stratégie pédagogique de la conception technologique est moins linéaire que celle de la démarche de conception technologique normalement utilisée en industrie. Par ailleurs, des retours réflexifs, en cours et en fin de processus, seront l'occasion pour l'apprenant d'analyser son cheminement, de valider ses choix et de proposer, le cas échéant, des améliorations à la solution retenue.

Le design technologique

Le design technologique constitue une démarche qui ressemble à la démarche de conception technologique, mais elle intègre davantage de considérations esthétiques aux objets, voire aux œuvres ou aux environnements créés. Cette démarche inclut donc à la fois des considérations fonctionnelles et esthétiques, mais demeure conforme aux impératifs d'une production industrielle.

L'*Encyclopedia Universalis* (1996: 1423) indique que le design technologique concerne à la fois les concepts de dessein et de dessin :

Le dessein suppose que l'objet industriel a une fonction et des caractéristiques prédéterminées, tandis que dans l'objet ancien fait à la main, le projet se définissait souvent en cours d'exécution. La composante *dessin* précise que, dans le projet, le designer n'a pas à s'occuper des fonctions et modes de fonctionnement, affaires de l'ingénieur, mais seulement de la disposition et de la forme des organes dans l'espace.

Dans une perspective scolaire, le gouvernement du Québec (2007a: 30) souligne que la démarche de design est « une activité créatrice qui permet, à partir d'un besoin exprimé, de conceptualiser et de matérialiser un univers de formes, de couleurs, de matières et de textures. » Dans le travail d'élaboration et de réalisation d'un objet ou d'un système, une telle démarche oblige l'élève à prendre non seulement les apparences extérieures en considération, mais également les relations de structure et de fonction qui font d'un produit une unité cohérente où l'aspect fonctionnel et l'esthétique répondent à des impératifs de fabrication et d'utilisation.

Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2007: 30), il est mentionné que

[...] les éléments fonctionnels, les solutions de construction, les matériaux, les dessins, les maquettes, les techniques et la fabrication s'appuient sur un contexte et des contraintes dont il faut tenir compte. Les étapes qui caractérisent la démarche de design amènent l'élève tantôt à raisonner, tantôt à agir. Qu'il s'agisse de l'étude du cahier des charges, d'une recherche créative et du choix d'une solution, d'une mise en volume, de l'élaboration d'un prototype ou encore d'industrialisation et de commercialisation, la démarche de design accorde une place importante à l'autonomie de l'élève.

Au regard d'une situation ou d'une question, la stratégie du design permet à l'apprenant d'envisager une multiplicité de points de vue possibles, d'émettre des hypothèses et de faire des inférences.

L'artisanat

La stratégie de l'artisanat est l'une des plus anciennes stratégies associées à l'éducation relative à la technologie. Aujourd'hui, elle est encore présente au sein des curriculums des pays scandinaves (Kananoja, 1994 ; Alamäki, 2000). Cette stratégie vise à mettre de l'avant la culture traditionnelle d'une région ou d'un peuple, tout en valorisant les travaux manuels et le sens de l'esthétisme. En concevant et en construisant des objets ou des produits artisanaux, les élèves développent diverses habiletés manuelles associées à la rigueur, à la précision et à la dextérité, mais aussi au sens de la créativité. L'accent est également mis sur l'ensemble des étapes associées au produit artisanal, de sa conception initiale jusqu'à l'emballage du produit final.

Une telle stratégie en est une en quelque sorte de design technologique, mais qui s'inscrit dans le contexte spécifique de la conception et de la construction d'objets ou de produits issus de la culture locale.

L'analyse technologique

Pour Joël Lebeaume et Jean-Louis Martinand (1998), l'analyse technologique se décrit comme la déconstruction d'un objet technique. On y définit la structure, la hiérarchie des pièces, on donne du sens à ses éléments (organes) qui seront mis ensuite en relation. Cette analyse est atteinte lorsque l'objet, le système, le produit ou le procédé (OSPP) a été dépouillé de tous les éléments qui l'encombraient dans son esthétique industrielle et que toutes les relations fonctionnelles ont été établies.

Pour le gouvernement du Québec (2007: 31) une telle forme d'analyse permet à l'élève de réaliser comment l'objet ou le système constitue un assemblage concret et tangible des diverses solutions retenues pour répondre à un besoin.

L'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique implique la reconnaissance de sa fonction globale, de façon à cerner le besoin auquel il répond. L'examen des diverses composantes d'un objet technique ou d'un système technologique s'avère également nécessaire pour déterminer leurs fonctions respectives. L'un ou l'autre pourra éventuellement être démonté afin de mieux comprendre les principes mis en cause dans son fonctionnement et sa construction.

Enfin, pour Lebeaume (2000), l'analyse technologique ne se réduit pas essentiellement à l'étude des éléments techniques. Elle peut également englober des réflexions sur les plans économique, social, environnemental, éthique, politique, etc. Cette idée rejoint entre autres certains objectifs de la stratégie de la discussion des valeurs morales au sein de l'activité technologique.

La discussion des valeurs morales

Selon Pavlova (2002a), les valeurs morales devraient être abordées dans les pratiques d'enseignement relatif à la technologie. Comme le souligne McLaren (1997, dans Pavlova, 2002; traduction libre), « les enseignants ont la responsabilité d'augmenter le niveau de conscience et de compréhension des enjeux sociaux, éthiques et environnementaux impliqués dans l'activité technologique ». De la sorte, les apprenants pourront prendre des décisions sensibles et informées dans leurs activités de formation en conception, en design, en construction ou en analyse technologique.

Traditionnellement, les travaux de Holdsworth et de Conway (1999) ont montré que les enseignants qui incluent une dimension morale dans l'enseignement/apprentissage, le font en accordant une priorité aux catégories de valeurs suivantes (le première étant la plus importante) : valeurs techniques, esthétiques, économiques, environnementales, sociales, culturelles, morales et politiques.

À travers ces catégories de valeurs, Pavlova (2002b) propose de mettre un plus grand accent sur les valeurs morales, comme celle de la responsabilité, dans les diverses

situations d'apprentissage en enseignement relatif à la technologie. Normalement, les valeurs techniques d'efficacité et d'efficience dominent la majorité des activités pédagogiques présentes dans les classes de technologie. Bien qu'il n'y ait pas de hiérarchie dans l'importance d'une valeur par rapport à une autre, Oser (1994, dans Pavlova, 2002a) insiste sur le fait que les décisions prises dans des situations éthiquement complexes reposeront sur les jugements de valeurs d'une personne. Or, l'auteure ajoute que ces jugements de valeur reposeront souvent sur les valeurs morales des individus.

La stratégie de la discussion des valeurs morales (Pavlova, 2002b) consiste donc à accorder une importance majeure à la valeur de responsabilité (socio-environnementale) dans l'enseignement relatif à la technologie. L'activité technologique doit faire appel à la résolution de problèmes par le biais d'actions prises dans une perspective d'efficacité, mais qui comprennent également l'évaluation morale des impacts et des répercussions de ces actions. Dans le même ordre d'idées, Oser (1994, dans Pavlova, 2002a) soutient que les enseignants devraient aussi considérer l'environnement d'une classe de technologie comme une entreprise morale jouant un rôle socialement pertinent.

Pour ce faire, les enseignants pourront aborder la discussion de valeurs morales et proposer à leurs apprenants des situations d'apprentissage qui soulèvent des enjeux éthiques. Selon Pavlova (2002b), cela permettra aux élèves de développer leur sens éthique :

- *en reconnaissant les situations comme présentant potentiellement des problèmes éthiques ;*
- *en s'exprimant personnellement (sentiments, pensées) au regard des projets se déroulant en classe ;*
- *en trouvant des solutions qui répondent aux intérêts collectifs.*

Pavlova (2002a, 2002b, 2004) signale que certains auteurs suggéraient déjà, dans la documentation spécialisée associée à l'ERT, le recours à la stratégie de la discussion des *valeurs*, mais selon elle, on devrait plutôt parler de la stratégie de la discussion des *valeurs morales*, qui sont les plus importantes.

Toujours selon l'auteure (2002a), la discussion des valeurs devrait aborder les trois aspects suivants :

- *L'aspect cognitif, qui implique une certaine conscience des valeurs et qui montre les raisons pour lesquelles les valeurs morales devraient être principalement considérées ;*
- *L'aspect affectif, qui établit un lien entre les tâches de nature technologique et les sentiments de l'apprenant. Cela contribue à rendre les apprentissages significatifs pour les apprenants ;*
- *L'aspect comportemental qui donne aux apprenants l'occasion d'agir en toute responsabilité et en accord avec leurs valeurs morales.*

L'utilisation des technologies de l'information et de la communication

Comme le souligne Carole Raby (2004), l'utilisation⁸⁶ des technologies de l'information et de la communication (TIC) en éducation constitue une stratégie récente qui s'inscrit dans les développements technologiques liés à l'informatique et aux différents médias numériques.

Lauzon, Michaud et Forgette-Giroux (1991) précisent qu'il existe deux types d'utilisation : l'utilisation physique et l'utilisation pédagogique. Selon ces auteurs, l'utilisation physique consiste à placer les équipements technologiques « à la disposition des enseignants et des élèves et à amener ces deux groupes à s'en servir

⁸⁶ Dans la majorité des écrits relatifs aux TIC, on utilise le concept d'« intégration » des TIC. Tel que présenté dans le cadre conceptuel et théorique de la présente recherche, le concept d'intégration est polysémique. Dans la perspective utilisée dans ces écrits, le concept d'« intégration » prend le sens du fait d'incorporer dans un ensemble un nouvel élément qui s'insère harmonieusement dans le tout (Legendre, 2005 : 784). De manière à ne pas introduire d'ambiguïtés quant au sens du concept d'intégration, nous utiliserons le concept d'utilisation des TIC et non pas d'intégration des TIC.

occasionnellement en vue de répondre aux demandes pédagogiques ponctuelles du milieu. » (Lauzon, Michaud et Forgette-Giroux, 1991: 249)

En ce qui concerne l'intégration pédagogique, Dias (1999) ajoute que celle-ci n'est pertinente que « lorsqu'elles [les technologies] sont utilisées de manière continue pour soutenir et pousser plus loin les objectifs d'un programme et pour engager les élèves dans des apprentissages significatifs ».

La réflexion de Dias (1999) permet de mettre en lumière l'importance de faire interagir harmonieusement les TIC avec les autres composantes de la situation éducative pour que la résultante, c'est-à-dire l'apprentissage et l'enseignement, soit de niveau supérieur.

Un autre aspect intéressant de la définition proposée concerne l'utilisation des termes « engager les élèves dans des apprentissages significatifs ». Plusieurs auteurs (Payeur et Brunet, 1995; Conseil supérieur de l'éducation, 2000) ajoutent que l'utilisation des TIC permet notamment de contextualiser les situations d'apprentissage, de les rendre « plus proches de la vraie vie » (Payeur et Brunet, 1995: 12). Ainsi, l'utilisation pédagogique des TIC implique l'engagement actif de l'élève dans des activités d'apprentissage significatives.

Dans le cadre de cette thèse, l'utilisation des TIC est jugée comme une stratégie pertinente, dans la mesure où celles-ci soutiennent non seulement l'enseignement et l'apprentissage, mais où elles apportent une plus-value. Cette plus-value est notamment conférée par la contextualisation des apprentissages. En ce sens, le modèle éducationnel que propose cette recherche se situe dans la perspective pédagogique d'un tel usage, et non pas la perspective de la simple utilisation physique. Rien ne sert d'intégrer les TIC à l'enseignement/apprentissage, si ce n'est pas pour créer une résultante supérieure en ce qui concerne l'apprentissage des élèves.

C'est par la présentation de la stratégie de l'utilisation des TIC que s'achève la description des stratégies jugées pertinentes à la mise en pratique des seize dimensions éducatives que met en lumière le modèle éducationnel développé dans la présente thèse. La figure 6.1 rassemble les diverses approches et stratégies proposées dans le modèle qui nous intéresse.

6.3. Stratégies associées aux dimensions générales du modèle éducationnel

Le modèle éducationnel que propose cette recherche intègre diverses dimensions éducatives complémentaires rassemblées, en rappel, à la figure 6.3. En référence aux approches et aux stratégies précédemment présentées, les sections suivantes viennent proposer des balises praxéologiques susceptibles d'inspirer les pratiques des enseignants désireux de mettre en œuvre ces diverses dimensions.

Tableau 6.3
Une diversité de dimensions complémentaires
en enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie
intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement

L'éducation au sujet de l'environnement 1. ... par les sciences ; 2. ... par la technologie ;	L'éducation pour l'environnement 1. ... par les sciences ; 2. ... par la technologie ;
L'éducation au sujet des sciences 3. ... par l'environnement ; 4. ... dans l'environnement ; 5. ... par la technologie ;	L'éducation pour les sciences 3. ... par l'environnement ; 4. ... dans l'environnement ; 5. ... par la technologie ;
L'éducation au sujet de la technologie 6. ... par l'environnement ; 7. ... dans l'environnement ; 8. ... par les sciences.	L'éducation pour la technologie 6. ... par l'environnement ; 7. ... dans l'environnement ; 8. ... par les sciences.

Il est pertinent de rappeler que nous avons élaboré le modèle présenté ici dans le but de proposer des fondements curriculaires aux programmes qui mettent en œuvre les nouvelles tendances éducatives.

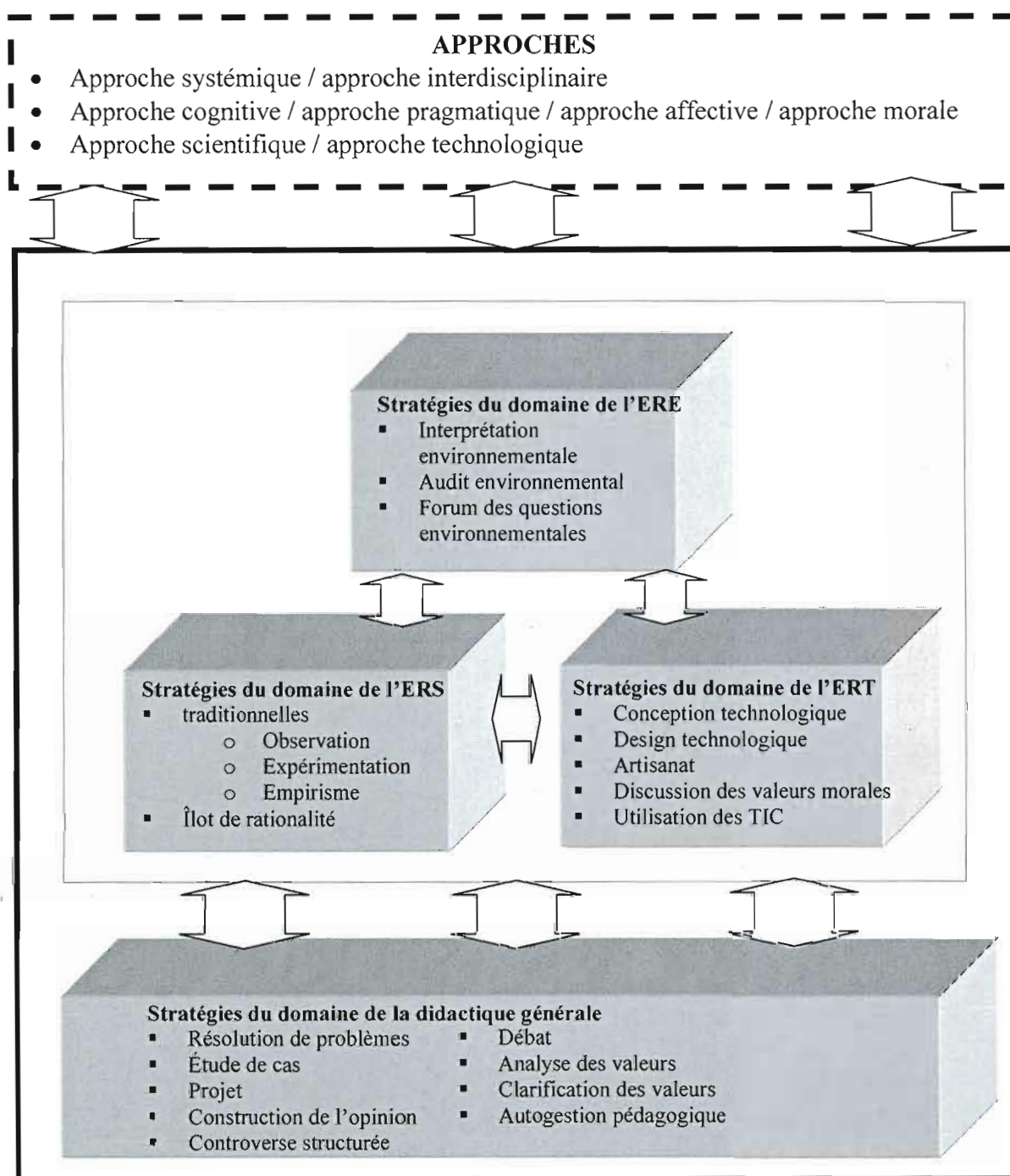


Figure 6.1
Les approches et stratégies proposées dans le modèle éducationnel centré sur l'intégration de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT

Nous avons conçu le modèle dans la perspective de mise en valeur de la diversité et de la complémentarité des différentes possibilités pédagogiques de l'intégration entre elles de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. Ce modèle ne doit pas être envisagé comme une proposition prescriptive qui invite les enseignants à développer systématiquement toutes les dimensions identifiées. Il serait en effet difficile d'aborder toutes ces dimensions dans un court laps de temps, et il est même possible que certains contextes pédagogiques rendent difficile le développement d'une (ou de plusieurs) de ces dimensions.

Pour chacune des six dimensions générales du modèle (soit **l'éducation au sujet de l'environnement/... des sciences/ ... de la technologie** et **l'éducation pour l'environnement/... les sciences/ ... la technologie**), seront d'abord explicitées les stratégies issues de la didactique générale et celles qui relèvent du domaine de la formation morale. Puis, seront décrites les stratégies issues des champs de l'ERE, de l'ERS ou de l'ERT. La présentation des aspects praxéologiques de chacune des dimensions éducatives spécifiques se terminera par un tableau-synthèse montrant les diverses stratégies pouvant y être adoptées.

6.3.1. Stratégies associées aux dimensions de l'« éducation au sujet de l'environnement »

La dimension générale de l'« éducation *au sujet* de l'environnement », axée sur le contenu, vise l'acquisition de savoirs relatifs à l'environnement. Cette dimension générale comporte deux dimensions spécifiques : *l'éducation au sujet de l'environnement par les sciences* et *l'éducation au sujet de l'environnement par la technologie*. Ces deux dimensions peuvent d'abord être abordées au moyen de stratégies issues de la didactique générale et de la didactique de la formation morale.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Parmi les stratégies issues de la didactique générale, signalons d'abord la stratégie de la résolution de problèmes. Dans le cadre de la dimension de l'*éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, les problèmes présentés y seront souvent de nature biophysique, et la tâche consistera la plupart du temps en la conceptualisation d'un phénomène ou d'une problématique environnementale. Par exemple, la problématique de l'effet de serre pourrait être présentée à l'apprenant, qui devra tenter de conceptualiser le phénomène environnemental en question. Dans ce cas-ci, la visée principale réside dans la compréhension du phénomène environnemental de l'effet de serre, qui est notamment rendue possible grâce à un problème de nature scientifique.

Dans la dimension de l'*éducation au sujet de l'environnement par la technologie*, les problèmes présentés seront plutôt de nature pragmatique et seront centrés sur des objets, des systèmes de produits ou des procédés. Par exemple, un apprenant pourrait être amené à acquérir des savoirs relatifs à la problématique de l'énergie grâce à la construction d'un modèle réduit d'éolienne. La construction et la conception de cette éolienne permettrait alors à l'apprenant d'acquérir des notions (énergie renouvelable, pollution, empreinte écologique, etc.) associés à la problématique du virage énergétique « vert ». Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que cette perspective pragmatique, associée à l'ERT, n'exclut pas non plus la mobilisation de savoirs théoriques qui, eux aussi, font partie du domaine de la technologie.

La problématique de l'effet de serre et celle du virage énergétique « vert » pourraient être également abordées en ayant plus particulièrement recours aux stratégies de l'étude de cas, du projet et de la controverse structurée, qui sont toutes associées à la résolution de problèmes. La stratégie de l'étude de cas pourrait par exemple impliquer la construction, par les élèves, d'une éolienne dans leur localité. Dans la dimension de

l'éducation au sujet de l'environnement par les sciences, ce sont surtout les aspects scientifiques (climat, vent, dépression, transformation de l'énergie mécanique, etc.) qui seraient à l'étude. Dans la dimension de *l'éducation au sujet de l'environnement par la technologie*, ce sont les aspects technologiques (cahier des charges, fonctionnement du système, matériaux utilisés, rendement énergétique, etc.) qui seraient mis à profit dans le but de permettre des apprentissages au sujet de la problématique environnementale de l'énergie. De plus, une telle étude de cas pourrait être préalable à l'organisation d'un débat en classe, ou encore, être associée à la stratégie plus individuelle de la construction de l'opinion. À travers l'une ou l'autre de ces stratégies, l'élève serait incité à prendre position et à justifier son raisonnement en s'appuyant sur divers arguments de nature scientifique ou technologique.

Comme le souligne Pelletier (2005), la stratégie du projet permet souvent à l'élève d'aller un peu plus loin que la stratégie de l'étude de cas, qui trop souvent se situe dans une perspective théorique. Ainsi, en ce qui a trait à la dimension spécifique de *l'éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, on pourrait suggérer un projet aux élèves : celui d'évaluer la quantité de gaz à effet de serre produite par leur école. En *éducation au sujet de l'environnement par la technologie*, on pourrait inciter les élèves à mettre en branle un projet de construction d'une éolienne grandeur nature, qui aurait la possibilité de subvenir à une partie des besoins énergétiques de leur école.

Enfin, la stratégie de la controverse structurée sous-entend que les élèves soumettent, avec leur groupe, divers aspects (sociaux, éthiques, économiques et politiques) d'une problématique et en discutent. En *éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, cette stratégie pourrait s'opérationnaliser par le fait que les élèves s'interrogent sur les divers aspects de la problématique des gaz à effet de serre, aspects qu'ils présentent et qui font l'objet de discussion. En *éducation au sujet de*

l'environnement par la technologie, la même stratégie pourrait être utilisée au regard de l'utilisation des énergies renouvelables et non renouvelables.

Stratégies du domaine de la formation morale

Dans la perspective d'une *éducation au sujet de l'environnement*, la compréhension des problématiques environnementales ne repose pas exclusivement sur les apprentissages en fonction de savoirs ou d'habiletés cognitives. En effet, les problématiques environnementales sont souvent conséquence des actions collectives, et donc tributaires des valeurs privilégiées par une collectivité. Pour plusieurs auteurs (Des Jardins, 1995; Sauvé, 1997a; Jonas, 2000; Chavez, 2005), les problématiques environnementales sont associées à des conflits de valeurs entre différents protagonistes.

Cela dit, l'enseignement relatif aux sciences associé à une éducation au sujet de l'environnement ne pourra pas se limiter aux stratégies qui y sont traditionnellement utilisées (résolution de problèmes, expérimentation, observation, modélisation, etc.). Ces dernières s'inscrivent souvent dans une perspective dite « objective », supposant la neutralité de l'expérimentateur/apprenant (ou de l'observateur/apprenant) à l'égard du phénomène ou de la question étudiée. Pour aborder les aspects moraux et éthiques des questions environnementales dans le contexte de l'enseignement relatif aux sciences, ce sont principalement les réflexions au sujet de la nature des sciences, et de leurs impacts et des valeurs morales sous-jacentes, qui devront être mises à profit dans l'étude d'une problématique environnementale.

Ainsi, dans la dimension spécifique de l'*éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, la stratégie de l'analyse des valeurs semble pertinente. Cette stratégie est de nature plutôt cognitive et consiste à identifier les valeurs qui sous-tendent les positions de divers acteurs impliqués dans une situation problématique. Par exemple, les élèves pourraient être amenés à réfléchir sur la nature des sciences et sur les

impacts environnementaux pouvant être associés à divers savoirs scientifiques intervenant dans la problématique de l'énergie (combustion chimique, transformation de l'énergie mécanique, transformation de l'énergie lumineuse, etc.). Éventuellement, les élèves pourraient déterminer et analyser les valeurs des divers acteurs liés à cette problématique, que ce soit à l'échelle locale, régionale ou globale.

De la sorte, ce sont principalement les réflexions au sujet de la nature de la technologie, de ses impacts et des valeurs morales sous-jacentes qui devront être mises à profit dans l'étude d'une problématique environnementale afin d'aborder les questions morales et éthiques dans le contexte technologique (*éducation au sujet de l'environnement par la technologie*). Les stratégies qui sont traditionnellement utilisées en eRT (conception technologique, analyse technologique, utilisation des TIC, etc.) offrent un cadre limité aux réflexions de nature morale et éthique. Ces dernières sont utilisées surtout dans le but de développer les habiletés techniques de l'apprenant, dans une perspective de précision, d'efficacité ou d'efficience.

Par conséquent, la stratégie de la discussion des valeurs morales développées par Pavlova (2002)⁸⁷ vise justement à aborder les valeurs morales à travers les diverses situations d'enseignement de la technologie. Une telle stratégie, centrée sur la valeur de la responsabilité du concepteur, invite les apprenants à s'interroger sur les impacts socio-environnementaux qui sont soulevés par la conception et la construction des objets, des systèmes de produits et des procédés. Par exemple, relativement à la conception et à la construction d'une éolienne, les apprenants seraient invités à se questionner sur les impacts environnementaux qui découlent du choix des matériaux. Ils pourraient aussi tenter d'analyser le cycle de vie de leur éolienne et envisager la manière dont on en disposera lorsqu'elle sera devenue inutilisable.

⁸⁷ Cette stratégie n'a pas été élaborée au sein des didactiques liées à la formation morale. Elle a été proposée par les auteurs se situant dans le courant moral/éthique de l'ERT. Comme elle touche directement la question des valeurs et de l'éthique, il était plus pertinent de la présenter dans la présente section.

Par le biais de discussions associées aux aspects éthiques des savoirs scientifiques ou technologiques, la prise en compte des valeurs contribue à l'acquisition de savoirs « **au sujet de l'environnement** », car elle permet à l'élève de reconnaître et d'explorer la dimension éthique des questions environnementales. L'enseignant doit bien distinguer les réflexions morales et éthiques « **au sujet de l'environnement** » de certaines réflexions qui se situeraient plutôt dans les dimensions générales de *l'éducation au sujet des sciences* ou de *l'éducation au sujet de la technologie* ; celles-ci seront décrites ultérieurement.

6.3.1.1. Stratégies du domaine de l'ERS en « éducation au sujet de l'environnement par les sciences »

Tout d'abord, les stratégies traditionnelles associées à l'enseignement relatif aux sciences (observation, démonstration, expérimentation, empirisme) permettent des apprentissages au sujet de l'environnement, de ses phénomènes ou de ses problématiques. Par exemple, on pourrait proposer aux étudiants de mettre en application une démarche scientifique par le biais de diverses hypothèses, observations, mesures et expérimentations relatives à la quantité de gaz à effet de serre produits par leur école.

Aussi, la stratégie de la construction d'un îlot de rationalité met l'accent sur la nature interdisciplinaire des connaissances reliées à diverses problématiques. Les problématiques environnementales mettent justement en lumière la diversité des contextes disciplinaires des savoirs et habiletés qui sont interpellés par la compréhension de ces problématiques. Une telle stratégie pourrait permettre à l'élève de se créer une représentation interdisciplinaire de l'un des aspects de la problématique des gaz à effet de serre. Par exemple, on pourrait suggérer à l'élève de construire un îlot de rationalité portant spécifiquement sur l'influence de l'ozone atmosphérique au sein de cette problématique. Cet îlot ferait appel à des savoirs provenant de diverses disciplines scientifiques (par exemple, les concepts de liaison

et de réactivité en chimie, de chaleur en physique, ou des diverses couches de l'atmosphère en sciences de l'atmosphère).

6.3.1.2. Stratégies du domaine de l'ERT en « éducation au sujet de l'environnement par la technologie »

Pour permettre aux élèves d'acquérir des savoirs au sujet d'une problématique ou réalité environnementale, il est pertinent de se pencher sur plusieurs stratégies développées dans le contexte spécifique de l'enseignement relatif à la technologie.

La conception technologique constitue une stratégie associée à la résolution de problèmes technologiques. Ces derniers sont la plupart du temps en lien avec un besoin à combler et comportent souvent diverses contraintes techniques présentées dans un cahier de charges. Parmi ces diverses contraintes, la conception d'un objet, d'un système, d'un produit ou d'un procédé (OSPP) sous-entend la recherche de solutions relatives au fonctionnement, aux formes, aux matériaux, au dessin des pièces, etc. C'est par la construction d'un prototype qui sera mis à l'essai que l'apprenant pourra valider sa solution en évaluant la conformité aux exigences de son cahier de charges. Ainsi, grâce à la conception d'un OSPP qui est en lien avec une problématique environnementale, l'apprenant pourra mettre en évidence plusieurs savoirs au sujet de cette problématique. Par exemple, l'enseignant pourrait conseiller aux élèves d'accomplir une tâche de conception d'un modèle réduit d'éolienne qui répond à diverses contraintes. Dans la conception et la construction de ce modèle réduit d'éolienne, les élèves pourraient acquérir des savoirs (types de ressources énergétiques, empreinte écologique, énergie renouvelable, etc.) à l'égard de la problématique du virage énergétique « vert ».

Bien que surtout répandue dans les pays scandinaves, la stratégie de l'artisanat est liée à la stratégie du design, mais elle concerne plutôt des objets ou produits artisanaux locaux d'une communauté. On y valorise les travaux manuels et le sens de

l'esthétisme en demandant aux apprenants de concevoir et de construire des objets ou des produits artisanaux. Ceux-ci développent par conséquent diverses habiletés manuelles associées à la rigueur, à la précision et à la dextérité, mais aussi au sens de la créativité. En considérant que les produits artisanaux locaux constituent un aspect de l'environnement d'une communauté⁸⁸, il est possible d'imaginer des situations d'enseignement/apprentissage de conception et de construction de produits artisanaux qui permettent d'apprendre à l'égard de l'environnement, notamment au sujet des matières premières de ces produits, ou même, de leur provenance. Par exemple, la conception de désodorisants (« pots-pourris ») fabriqués à partir de fleurs séchées d'une localité permettrait l'acquisition de divers savoirs au sujet de cette localité (types de fleurs, saison de floraison, nature des arômes, etc.). Cette activité s'inscrirait alors dans la dimension éducative de l'*éducation au sujet de l'environnement par la technologie*.

La stratégie de l'analyse technologique est décrite comme la déconstruction d'un objet ou d'un système⁸⁹ dans laquelle l'apprenant est invité à analyser les divers éléments (organes) qui composent l'objet ou le système et les relations qui unissent ces organes. L'apprenant pourra établir la fonction globale de l'objet et déterminer les besoins auxquels il répond. Par exemple, plutôt que de concevoir ou de construire une éolienne, l'élève pourrait être invité à en analyser un modèle réduit. Comme dans la stratégie de la conception, l'élève pourra acquérir divers savoirs au sujet de l'environnement.

Enfin, la stratégie de l'utilisation des TIC touche l'utilisation d'un ou plusieurs moyens (sites Internet, présentations audiovisuelles, fichiers sonores d'une émission

⁸⁸ Le chapitre 5 a abordé cette idée en suggérant d'ajouter la perspective technocentrique à la typologie de l'environnement, proposée par Cécile Fortin-Debart (2003).

⁸⁹ Pour des raisons évidentes, certains produits, comme le yogourt, ou certains procédés, comme la pasteurisation, se prêteront moins bien à la stratégie de l'analyse technologique. Généralement, en contexte d'enseignement au secondaire, cette stratégie sera plus efficace avec des objets ou des systèmes.

de radio, etc.) pourront permettre des apprentissages à l'égard d'une problématique environnementale. Ainsi, l'utilisation d'un reportage audiovisuel à l'égard de la problématique de l'énergie, et plus particulièrement de l'éolienne, pourrait permettre l'acquisition de savoirs **au sujet de l'environnement**. Le tableau 6.4 synthétise les diverses stratégies pouvant être mises à profit dans la dimension générale de *l'éducation au sujet de l'environnement*.

Tableau 6.4
Synthèse du volet praxéologique en
« éducation au sujet de l'environnement »

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / construction de l'opinion Stratégies du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / clarification des valeurs
L'éducation au sujet de l'environnement par les sciences
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences
Stratégies du domaine de l'ERS <ul style="list-style-type: none"> • Stratégies traditionnelles (observation, démonstration, expérimentation) • Îlot de rationalité
L'éducation au sujet de l'environnement par la technologie
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.
Stratégies du domaine de l'ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Artisanat • Analyse technologique • Utilisation des TIC

6.3.2. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation au sujet des sciences »

La dimension générale de **l'éducation au sujet des sciences** est axée sur le contenu scientifique. Cette dernière vise l'acquisition de connaissances relatives aux sciences et d'habiletés requises pour acquérir de tels savoirs.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Tout d'abord, la stratégie de la résolution de problèmes permet de mettre en œuvre la dimension éducative de l'*éducation au sujet des sciences par l'environnement*. Dans le cadre de cette dimension, les problèmes présentés seront encore ici de nature biophysique, et la tâche consistera la plupart du temps en la conceptualisation d'un phénomène scientifique ou d'une problématique environnementale. Il est pertinent de souligner qu'une telle dimension vise des apprentissages (savoirs, habiletés) scientifiques, contrairement à la dimension de l'*éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, présentée précédemment, qui visait quant à elle des apprentissages relatifs à l'environnement. Un exemple concernant cette dimension serait celui où l'apprenant est amené à déterminer et comprendre les concepts, les théories, les principes ou les lois scientifiques qui sont liés à la problématique environnementale des pluies acides (notions de nomenclature chimique, de pH, de bassin versant, etc.).

La dimension de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement* concerne une démarche de résolution de problèmes qui prendra son sens grâce à la présence de l'élève *dans* l'environnement du problème concerné. Comme le rappelle Cohen (1990), l'immersion dans un milieu permet d'abord de développer une sensibilité à l'égard de celui-ci. Cette sensibilité, couplée avec une contextualisation des problèmes qui sont observés ou même vécus en direct, favorise la motivation et l'intérêt, donc les apprentissages des élèves à l'égard de tout le processus de résolution de problèmes. Par exemple, la visite d'une centrale d'épuration des eaux usées permet l'étude en contexte de savoirs ou d'habiletés scientifiques (filtration, floculation, séparation des mélanges, etc.).

Enfin, les problèmes présentés en *éducation au sujet des sciences par la technologie* se situent dans une perspective plus pragmatique. La tâche de l'apprenant consistera

souvent à identifier et à comprendre les concepts, les théories, les principes ou les lois scientifiques dans la conception ou à travers l'analyse d'objets, de systèmes, de produits ou de procédés. Par exemple, l'analyse technologique du fonctionnement d'une centrale nucléaire permettrait l'acquisition de savoirs scientifiques (la radioactivité, la chaleur, l'électricité, etc.).

La problématique des pluies acides, celle de l'énergie nucléaire ou celle de l'épuration des eaux usées pourraient être également abordées par d'autres stratégies issues de la didactique générale (étude de cas, projet, controverse structurée et construction de l'opinion). Ces stratégies ont été présentées antérieurement de manière plus complète. Il serait par conséquent redondant de les décrire systématiquement dans toutes les autres dimensions à venir. Ces diverses stratégies pédagogiques constituent des formes de résolution de problèmes, mais qui diffèrent selon le rôle et les interrelations entre l'enseignant, les apprenants, l'objet d'apprentissage et leur milieu.

Stratégies du domaine de la formation morale

Tel que mentionné précédemment, l'*éducation au sujet des sciences* implique des apprentissages en sciences, mais touche également l'étude de la nature des sciences et de l'activité scientifique. L'activité scientifique comporte certaines dimensions morales et éthiques qu'il convient d'aborder avec les élèves. Pour ce faire, les problématiques environnementales, les problématiques technologiques, ainsi que le contact direct avec l'environnement permettent justement de traiter des aspects moraux et éthiques associés aux sciences.

Ainsi, pour aborder les questions de morale et d'éthique relatives aux sciences à la lumière d'une question environnementale (*éducation au sujet des sciences par l'environnement*), nous pourrions mettre la stratégie de l'analyse des valeurs à contribution. Au sein d'une telle stratégie, les élèves pourraient par exemple se voir

confier la tâche de déterminer et d'évaluer les diverses valeurs des acteurs liés à la problématique des pluies acides dans une région bien définie. L'identification des aspects éthiques de cette problématique environnementale pourrait mener à des apprentissages des aspects moraux/éthiques de l'activité scientifique liée aux pluies acides (par exemple, les questions sous-jacentes aux répercussions de certaines réactions chimiques ou à l'utilisation de certains solvants toxiques).

En ce qui a trait à l'idée d'aborder les valeurs et les réflexions éthiques en se situant l'environnement (*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*), nous pourrions également mettre la stratégie de la discussion des valeurs pourrait également à profit. Dans le contexte de la visite in situ d'une station d'épuration des eaux, le fait de pouvoir observer en direct les eaux usées permet de soulever diverses questions morales et éthiques sur les habitudes de consommation de l'eau. Une telle démarche d'analyse des valeurs en immersion environnementale permettrait certains apprentissages sur les aspects éthiques de l'activité scientifique en lien avec la problématique de l'eau (par exemple, les questions liées à la disposition sécuritaire des produits chimiques de laboratoire).

Finalement, pour apprendre au sujet des aspects moraux et éthiques des sciences par le contexte technologique (*éducation au sujet des sciences par la technologie*), ce sont principalement les réflexions au sujet de la nature de la technologie, des incidences de cette dernière et des valeurs morales sous-jacentes qui devront être mises à profit. Pour ce faire, la stratégie de la discussion des valeurs morales, centrée sur la valeur de la responsabilité du concepteur, invite les apprenants à s'interroger sur les impacts qui sont soulevés par la conception, le design ou la construction des objets, des systèmes de produits et des procédés. Par exemple, la stratégie de la discussion des valeurs associée à la construction d'une centrale nucléaire pourrait alors mener à l'apprentissage des aspects moraux/éthiques de l'activité scientifique de

l'utilisation de l'énergie nucléaire (par exemple, les questions liées aux impacts des déchets radioactifs).

Il est pertinent de mentionner que dans l'utilisation des stratégies du domaine de la didactique de la formation morale associées aux trois dimensions venant d'être abordées, il importe que l'enseignant ne s'arrête pas à la simple discussion, identification ou analyse des valeurs sous-jacentes à une problématique. Dans la dimension générale de l'*éducation au sujet des sciences*, l'enseignant devrait mener à des apprentissages concrets à l'égard des aspects moraux/éthiques de l'activité scientifique.

Jusqu'à présent, ont été présentées diverses stratégies issues de la didactique générale ou de la didactique de la formation morale. Les sections suivantes viendront présenter les stratégies élaborées dans les champs d'intervention de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT.

6.3.2.1. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation au sujet des sciences par l'environnement »

Parmi les stratégies développées en éducation relative à l'environnement, nous pourrions particulièrement solliciter celles de l'audit environnemental et du forum des questions environnementales pour mettre en œuvre cette dimension éducative.

Dans la stratégie de l'audit environnemental, les apprenants pourraient organiser un audit environnemental dans lequel il serait possible d'investiguer la problématique de la saine nutrition. À travers cet audit, la préoccupation environnementale d'une alimentation saine, juste ou équitable pourrait donc contextualiser les savoirs scientifiques (valeur énergétique, types de nutriments, équilibre énergétique, malnutrition, etc.).

Aussi, la stratégie du forum des questions environnementales inviterait les élèves, et possiblement toute la communauté, à discuter de la problématique de l'alimentation au sein de l'école. Les élèves, les enseignants, la direction, les employés de soutien, et même les fournisseurs alimentaires, seraient invités à confronter leurs arguments et leurs positions. À l'aide d'un tel processus d'évaluation critique, la communauté de l'école pourrait en arriver à trouver des solutions acceptables et consensuelles pour éventuellement entreprendre une action collective concertée. Dans le cadre de ce forum pouvant toucher toutes les disciplines scolaires, l'enseignant de sciences pourrait se servir du contexte du forum de manière à contextualiser les savoirs scientifiques qui sont pertinents à la compréhension de la problématique (valeur énergétique, types de nutriments, équilibre énergétique, malnutrition, etc.).

6.3.2.2. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation au sujet des sciences dans l'environnement »

Afin d'illustrer en détail la dimension d'une *éducation au sujet des sciences dans l'environnement*, il nous semble pertinent d'avoir recours à la stratégie de l'interprétation environnementale, développée dans le champ d'intervention éducative de l'ERE. En effet, le fait qu'un apprenant observe librement et directement son milieu immédiat lui permet d'en découvrir des facettes et des aspects qui sont sources d'apprentissage. Cette observation directe de l'environnement, surtout biophysique dans le cadre de la dimension de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*, donne lieu à une forme d'interprétation environnementale où l'apprenant développe une manière de voir en fonction de ses intérêts d'observation, ici de l'ordre de l'acquisition de savoirs scientifiques.

Dans le cadre de cette dimension éducative de l'*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*, l'exploration guidée d'un milieu constitue une porte d'entrée pour la mise en contexte de nouveaux savoirs scientifiques. L'interprétation de l'élève permettra de donner un sens à ce qui a été observé ou vécu. Par exemple, la visite

d'un sentier permettant l'observation d'un site de nidification d'une espèce d'oiseau permettrait à l'apprenant d'acquérir divers savoirs scientifiques (gestation, lieu de migration, habitat, habitudes comportementales des oiseaux, etc.).

6.3.2.3. Stratégies du domaine de l'ERT en « éducation au sujet des sciences par la technologie »

Diverses stratégies associées à la didactique de la technologie permettent d'aborder la dimension spécifique de l'*éducation au sujet des sciences par la technologie*. Tout d'abord, dans la stratégie de la conception technologique, l'apprenant pourrait par exemple concevoir un « membre » artificiel permettant de pallier la déficience physique d'un individu. Cette stratégie impliquerait l'acquisition de divers savoirs scientifiques (anatomie, physiologie, biomécanique, etc.), mais dans le contexte d'une conception technologique.

Il est utile de rappeler que la stratégie du design technologique se situe dans le prolongement de la conception technologique, mais accorde une attention particulière aux formes, à l'aspect externe et à la fonctionnalité de l'objet. Dans le cadre de cette dimension éducative de l'*éducation au sujet des sciences par la technologie*, la considération des aspects esthétiques et fonctionnels d'un objet, système, produit ou procédé (OSPP) pourrait donc être mise en relation avec l'environnement auquel celui-ci se destine. Par exemple, dans les suites de l'exemple précédent, le design de la prothèse artificielle pourrait répondre à des considérations fonctionnelles ergonomiques et esthétiques. Les enjeux liés à l'ergonomie de la prothèse pourraient alors être mis en relation avec des savoirs scientifiques (physiologie de l'articulation, mouvement, force, etc.).

Nous avons précédemment décrit la stratégie de l'analyse technologique comme la déconstruction d'un objet ou d'un système, dans laquelle l'apprenant est invité à analyser les divers éléments (organes) qui composent l'objet ou le système, et les

relations qui unissent ces organes. Par exemple, plutôt que de concevoir ou de construire un membre, l'élève pourrait être invité à en analyser un modèle réduit. L'analyse technologique du système représenté par le membre artificiel est alors utilisée pour contextualiser les savoirs scientifiques qui y sont associés (levier, force, structure et anatomie de l'articulation, etc.).

Tableau 6.5
Synthèse du volet praxéologique en
« éducation au sujet des sciences »

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / construction de l'opinion / projet Stratégie du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs
L'éducation au sujet des sciences par l'environnement
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à des réalités environnementales.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
L'éducation au sujet des sciences dans l'environnement
Visée éducative Acquérir des savoirs scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale
L'éducation au sujet des sciences par la technologie
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.
Stratégies du domaine de l'ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Design technologique • Analyse technologique • Utilisation des TIC

Enfin, la stratégie de l'utilisation des TIC pourrait approfondir davantage l'analyse d'une prothèse artificielle. Plutôt que de présenter une maquette, l'enseignant pourrait utiliser une représentation tridimensionnelle virtuelle animée. Cette représentation pourrait possiblement permettre une compréhension accrue des savoirs scientifiques

liés à la prothèse qui ont été brièvement énumérés précédemment. Le tableau 6.5 présente la synthèse du volet praxéologique associé aux dimensions éducatives de *l'éducation au sujet des sciences*.

6.3.3. Stratégies associées aux dimensions de l'«*éducation au sujet de la technologie*»

La dimension générale de *l'éducation au sujet de la technologie* est axée sur le contenu technologique. Elle vise l'acquisition de savoirs technologiques. La technologie constitue donc l'objet d'apprentissage.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Dans le cadre de la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par l'environnement*, les problèmes sont évidemment d'ordre pratique, mais comportent une composante biophysique associée à l'environnement. L'apprentissage sera souvent orienté vers une conceptualisation technologique liée à une question environnementale comme, par exemple, la conception d'une station météorologique. L'observation de l'environnement (climat, température, précipitations, etc.) pourrait servir de contexte à la construction de la station météorologique. Le cadre de la problématique plus vaste des changements climatiques permettrait d'acquérir des savoirs d'ordre technologique (construction ou conception d'un instrument de mesure, analyse des plans d'une station ou de l'un de ses instruments, etc.).

D'un autre côté, les problèmes qui s'inscriraient dans la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences* comporteront également divers aspects biophysiques, mais sans nécessairement se situer dans une perspective environnementale. La tâche de l'apprenant consistera souvent à identifier et à comprendre les concepts, les théories, les principes ou les lois technologiques associés à l'étude de divers phénomènes scientifiques. Par exemple, certaines démonstrations, expérimentations ou observations scientifiques en microbiologie

(types de micro-organismes, anatomie et condition de vie de ces derniers, etc.) permettent de mettre en lumière divers savoirs, techniques ou procédés technologiques (pasteurisation, stérilisation, culture microbiologique). Il convient de signaler que la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie par les sciences* est moins présente au sein des écrits analysés dans le cadre de cette recherche.

En outre, la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie dans l'environnement* touche une résolution de problèmes souvent pratiques qui prendront leur sens grâce à la présence de l'apprenant *dans* l'environnement. Cet environnement peut référer à l'environnement naturel souvent plus éloigné, mais également à un environnement construit ou urbain. Les problèmes technologiques se caractérisent notamment par les diverses contraintes techniques ou physiques à l'intérieur desquels ils doivent être résolus. Le fait de pouvoir vivre et observer in situ ces diverses contraintes crée certainement une occasion signifiante d'apprentissage (technologique) concret chez l'apprenant. Par exemple, dans une situation d'apprentissage où l'apprenant est amené à concevoir l'aménagement de sa cour d'école, il sera très formateur pour lui de pouvoir observer in situ les diverses contraintes physiques, techniques et fonctionnelles du milieu en question. Une planification théorique serait moins signifiante pour lui.

Les exemples présentés liés à la construction d'une station météorologique, à l'étude microbiologique ou à la conception d'aménagement d'une cour d'école pourraient aussi être traités au moyen d'autres stratégies issues de la didactique générale (étude de cas, projet et controverse structurée, construction de l'opinion, autogestion pédagogique). Toutes ces stratégies ont été présentées et décrites de manière plus complète au sein des dimensions précédentes. Il convient de rappeler que ces diverses stratégies pédagogiques constituent des formes de résolution de problèmes, mais diffèrent selon le rôle et les interrelations entre l'enseignant, les apprenants, l'objet d'apprentissage et leur milieu.

Stratégies du domaine de la formation morale

Les problèmes technologiques soulèvent certaines questions morales et éthiques qu'il convient d'aborder avec les élèves. De telles dimensions morales et éthiques constituent des apprentissages « **au sujet de la technologie** » qui sont aussi importants que les savoirs et savoir-faire normalement abordés en eRT. Pour traiter de ces dimensions morales et éthiques dans la perspective des dimensions de l'*éducation au sujet de la technologie*, les problématiques environnementales, les problématiques scientifiques, ainsi que le contact direct avec l'environnement semblent constituer des lieux propices.

Ainsi, pour aborder ces questions de morale et d'éthique dans le cadre d'une *éducation au sujet de la technologie par l'environnement*, notons que la stratégie de la discussion des valeurs est centrée sur la valeur de responsabilité à l'égard des impacts socio-environnementaux qui découlent des activités de conception, de design ou de construction. Le concepteur/designer/apprenant s'interroge sur l'incidence de ses activités de production d'objets, de systèmes de produits et de procédés. Il est invité à discuter, ou même à remettre en question les valeurs traditionnellement mises de l'avant en eRT, à savoir l'efficacité, l'efficience ou la rentabilité. Par exemple, on pourrait demander à l'élève de concevoir un jouet destiné à un jeune enfant, mais en incluant diverses contraintes liées aux choix des matériaux. Ces contraintes pourraient impliquer la réutilisation d'objets destinés à l'enfouissement ou l'utilisation de matériaux recyclés. Les apprenants pourraient aussi être invités à se questionner sur l'impact environnemental et le cycle de vie du jouet qu'ils ont conçu, ce qui comprend la manière dont on en disposera lorsque ce dernier sera devenu inutilisable.

Alors que cette stratégie développée en ERT vise à responsabiliser l'apprenant lui-même à l'égard des répercussions qu'auront ce qu'il est en train de concevoir, nous pouvons avoir également recours aux stratégies issues de la didactique de la

formation morale. Ainsi, dans le cadre de la stratégie de l'analyse des valeurs, l'apprenant pourrait être amené à analyser les valeurs normalement en jeu dans la production des jouets.

Dans le but d'examiner les questions morales et éthiques liées à l'activité technologique, nous pouvons aussi mettre le contexte de l'activité scientifique à profit (*éducation au sujet de la technologie par les sciences*). En d'autres termes, les savoirs ciblés en enseignement relatif aux sciences peuvent permettre des apprentissages moraux et éthiques en enseignement relatif à la technologie. Par exemple, l'étude du lien entre les radiations nucléaires et certaines formes de cancer pourrait permettre certaines réflexions morales et éthiques au regard de la conception ou de l'utilisation de dispositifs impliquant des matériaux radioactifs. Encore là, la stratégie de l'analyse des valeurs semble pertinente. L'apprenant pourrait être amené à analyser les valeurs sous-jacentes des divers acteurs concernés dans la construction d'une centrale nucléaire.

Enfin, en vue d'aborder les valeurs et les réflexions éthiques à propos de questions technologiques en situation réelle (*éducation au sujet de la technologie dans l'environnement*), nous pourrions une fois de plus utiliser les stratégies de l'analyse ou de la discussion des valeurs de manière à tirer tous les avantages possibles, dans le contexte d'une visite d'un site d'enfouissement des déchets. Une activité permettant un constat en direct des impacts liés à la problématique du cycle de vie des objets et systèmes pourra soulever diverses réflexions morales et éthiques chez l'apprenant qui se retrouve sur un site où se manifeste la problématique.

Jusqu'à présent, ont été présentées diverses stratégies issues de la didactique générale ou de la didactique de la formation morale associées à la dimension générale de l'« **éducation au sujet de la technologie** ». Les sections suivantes viendront ajouter des stratégies issues des domaines de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT.

6.3.3.1. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation au sujet de la technologie par l'environnement »

Parmi les stratégies développées en éducation relative à l'environnement, celles de l'audit environnemental et du forum des questions environnementales peuvent particulièrement être sollicitées pour aborder cette dimension éducative.

Ainsi, les apprenants peuvent être invités à organiser un audit environnemental concernant l'efficacité énergétique de leur école. Un tel audit permettrait de réaliser un bilan énergétique de manière à trouver des solutions techniques pour améliorer la situation. La problématique de l'efficacité énergétique peut-être abordée sous l'angle technologique.

Par ailleurs, avec la stratégie du forum des questions environnementales, l'enseignant peut inviter les élèves à entrer dans un processus d'information, de débat et de recherche de solutions en ce qui concerne l'efficacité énergétique de l'école. Le forum permet aux élèves de proposer des solutions réalistes et consensuelles pour entreprendre une action collective à l'égard de cette problématique.

6.3.3.2. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation au sujet de la technologie dans l'environnement »

Pour mettre en pratique la dimension de *l'éducation au sujet de la technologie dans l'environnement*, les stratégies de l'interprétation environnementale et de l'immersion, développées en ERE, semblent appropriées.

Tel que mentionné à la section précédente, l'observation libre et directe d'un milieu permet à l'apprenant d'en découvrir des facettes et des aspects qui sont sources d'apprentissage. Dans une perspective technologique, c'est surtout le milieu construit qui sera observé. Un environné croise tous les jours des structures variées et divers agencements de formes et de matériaux qui s'inscrivent dans son expérience

d'apprentissage. Confronté à un problème technologique, l'apprenant fera référence à un tel univers représentationnel.

Dans la stratégie d'une interprétation environnementale guidée, l'enseignant pourrait proposer une démarche qui permettra à l'apprenant d'élargir son interprétation personnelle de l'environnement. Par exemple, l'enseignant pourrait déplacer sa classe de technologie sur le site de construction d'une nouvelle maison. Ce site pourrait permettre l'application de multiples savoirs technologiques (liaisons des pièces, types de matériaux, structures de construction, lecture de plans, etc.). Les problématiques environnementales liées aux aspects technologiques des activités sur les chantiers de construction pourraient également être abordées.

6.3.3.3. Stratégies du domaine de l'ERS en « éducation au sujet de la technologie par les sciences »

Certaines des stratégies traditionnelles (observation, démonstration, expérimentation, empirisme) associées à l'enseignement relatif aux sciences permettent de mettre en œuvre cette dimension éducative.

Par exemple, l'étude physique de la structure d'un pont (application des lois de Newton, principe de levier, centre d'équilibre) permet de contextualiser divers apprentissages en enseignement relatif à la technologie (nature des matériaux à choisir, nature des liaisons de pièces à privilégier, design fonctionnel de la structure globale, etc.) Aussi, la construction d'un îlot de rationalité permettra à l'élève de se créer une représentation interdisciplinaire des éléments théoriques et pratiques liés à la construction d'un pont. Le tableau 6.6 synthétise le volet praxéologique associé aux dimensions éducatives de l'*éducation au sujet de la technologie*.

Tableau 6.6
Synthèse du volet praxéologique de
l'éducation au sujet de la technologie

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) : Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / donstruction de l'opinion Stratégies du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> Analyse des valeurs / discussion des valeurs morales
L'éducation au sujet de la technologie par l'environnement
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> Audit environnemental Forum des questions environnementales
L'éducation au sujet de la technologie dans l'environnement
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> Interprétation environnementale
L'éducation au sujet de la technologie par les sciences
Visée éducative Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.
Stratégies du domaine de l'ERS <ul style="list-style-type: none"> Stratégies traditionnelles (observation, démonstration, expérimentation) Îlot de rationalité

Jusqu'ici, ont été présentées diverses stratégies favorisant la mise en œuvre des dimensions associées à une éducation « *au sujet de* ». La deuxième catégorie de dimension générale qui constitue ce modèle est celle de l'éducation « *pour ...* ».

6.3.4. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation pour l'environnement »

En contexte d'ERE, comme le rappelle Sauvé (1992), la dimension générale de l'éducation « *pour ...* » est en lien avec la résolution et la prévention des problèmes environnementaux, de même qu'avec des projets d'amélioration du milieu de vie (ou des projets d'écodéveloppement).

Il est important d'attirer l'attention du lecteur sur le fait que l'activité éducative dans les dimensions de *l'éducation au sujet de l'environnement* avait pour finalité de réaliser des apprentissages relatifs à l'environnement. Dans cette dimension de *l'éducation pour l'environnement*, l'action éducative vise principalement l'apprentissage de la résolution de problèmes environnementaux et l'amélioration de la qualité de l'environnement.

De la même manière que dans les pages précédentes, les stratégies issues de la didactique générale et de la didactique de la formation morale seront d'abord présentées ; suivront celles qui ont été développées dans les champs de l'ERE, de l'ERS ou de l'ERT.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Parmi les stratégies issues de la didactique générale, la stratégie générale de résolution de problèmes est directement interpellée dans *l'éducation pour l'environnement*.

Dans le cadre de la dimension spécifique de *l'éducation pour l'environnement par les sciences*, une attention particulière sera accordée aux aspects biophysiques du problème. Alors que la tâche en *éducation au sujet de l'environnement par les sciences* consistait surtout en la conceptualisation d'un phénomène ou d'une problématique environnementale, la tâche, en *éducation pour l'environnement par les sciences*, sera initialement axée sur cette conceptualisation de manière à permettre ensuite à l'élève de trouver des solutions et d'intervenir sur la problématique. Les solutions proposées et les interventions seront essentiellement concentrées sur les aspects biophysiques de la problématique environnementale. Grâce à un enseignement/apprentissage des sciences, on outille l'élève pour résoudre un problème environnemental. Par exemple, dans une communauté dont l'alimentation est centrée sur la consommation du poisson, les savoirs scientifiques (concentration,

éléments toxiques, seuil de toxicité, habitat des espèces, etc.) permettront d'abord une meilleure compréhension de la problématique. Pour ensuite tenter d'intervenir au sein de la problématique et de la résoudre, ces savoirs seront mis à profit pour trouver des solutions, notamment quant aux sources de contamination ou à la diversification de l'alimentation des habitants.

Il faut cependant mentionner que rares sont les problématiques qui pourront être totalement résolues à l'aide des seules actions posées par les élèves. Toutefois, chacun des gestes et des interventions posés devraient s'inscrire dans l'idée de développement d'un sentiment de pouvoir-faire ou d'un pouvoir d'action de l'apprenant à l'égard des diverses problématiques environnementales.

Par ailleurs, le fait d'aborder les problématiques environnementales selon leurs aspects scientifiques ne permettra pas une approche globale en vue de leur résolution. Les problèmes environnementaux comportent d'autres aspects sur lesquels il est pertinent d'agir. Parmi ceux-ci, la technologie est un exemple. Ainsi, dans la dimension de *l'éducation pour l'environnement par la technologie*, les problématiques environnementales seront plutôt abordées en fonction de leurs aspects technologiques. La compréhension des concepts, des théories, des principes et des lois technologiques sous-jacentes à une problématique environnementale favorise une intervention pertinente et efficace. Par exemple, dans la problématique de la contamination d'un cours d'eau et des espèces de poissons qui y vivent, les élèves pourraient être amenés à comprendre les procédés technologiques et industriels qui constituent les sources polluantes du cours d'eau. Grâce à la compréhension de ces procédés technologiques, les élèves pourraient être amenés à effectuer une campagne de sensibilisation auprès des dirigeants de l'usine responsable ou des instances publiques et politiques de leur communauté. Dans cet exemple, la compréhension de l'aspect technologique de la problématique permet de forger un argumentaire plus cohérent dans la campagne de sensibilisation.

Les deux dimensions d'une « éducation pour l'environnement » impliquent donc directement la stratégie de la résolution de problèmes, mais aussi des stratégies associées, soit l'étude de cas, le projet et la controverse structurée. La stratégie de l'étude de cas pourrait ainsi porter sur le *cas* de la contamination du poisson dont se nourrit une communauté.

Dans la dimension de l'*éducation pour l'environnement par les sciences*, ce sont les aspects scientifiques de la problématique qui sont d'abord abordés en vue de contribuer à une action pertinente. Une étude de cas peut être aussi préalable à l'organisation d'un débat de classe, d'une controverse structurée ou d'un projet de classe, stratégies qui ont été présentées précédemment. Celles-ci ne mènent pas nécessairement à des interventions concrètes à l'égard d'une problématique environnementale ; cependant, elles contribuent à la sensibilisation et la conscientisation de l'apprenant à la problématique. La sensibilisation s'avère déjà un premier pas vers des actions plus concrètes.

Dans la dimension de l'*éducation pour l'environnement par la technologie*, l'étude de cas, le débat, la construction de l'opinion ou le projet abordent évidemment les aspects technologiques de la problématique environnementale de la contamination d'un cours d'eau.

Enfin, qu'on se situe dans l'une ou dans l'autre de ces deux dimensions spécifiques, la stratégie de l'autogestion pédagogique s'allie bien à une démarche de résolution de problèmes en mettant l'accent sur l'engagement sociopolitique des élèves dans diverses actions à l'égard d'une problématique. Dans cette stratégie, l'enseignant joue plutôt un rôle de soutien face à ses élèves, qui sont souvent les instigateurs et les acteurs centraux de la situation d'apprentissage. Comme le rappelle Sauvé (1997), les problématiques environnementales comportent souvent des dimensions sociopolitiques importantes, ce qui rendrait la stratégie de l'autogestion pédagogique

très pertinente dans le processus de résolution de tels problèmes. Ainsi, en ce qui concerne la résolution du problème environnemental associé à la contamination du poisson dont se nourrit une communauté, les élèves pourraient utiliser divers savoirs scientifiques et technologiques pour orienter en toute cohérence leurs actions sociopolitiques.

Stratégies du domaine de la formation morale

Dans la perspective d'une *éducation pour l'environnement*, l'étude des problématiques environnementales ne repose pas exclusivement sur les apprentissages de savoirs scientifiques ou technologiques. En effet, les problématiques environnementales constituent souvent la conséquence des actions collectives et sont donc tributaires des valeurs que privilégie la collectivité en question.

Pour résoudre des problèmes environnementaux, il importe aussi d'aborder les questions morales et éthiques qui en sont souvent la source et qui interviennent dans la recherche et la mise en œuvre de solutions. Ainsi, dans cette dimension de *l'éducation pour l'environnement par les sciences*, les stratégies de l'analyse des valeurs et de la clarification des valeurs semblent pertinentes. Par exemple, dans le but d'améliorer la situation de l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques dans leur communauté, différents intervenants pourraient discuter entre eux et réfléchir sur les aspects moraux/éthiques de l'utilisation des savoirs scientifiques (impacts environnementaux des produits chimiques, notion de risque, solution de rechange, etc.). Ces réflexions seraient préalables à une intervention. Par l'intermédiaire de réflexions morales et éthiques sur l'activité scientifique, les élèves pourraient ensuite identifier et analyser les diverses valeurs des acteurs liés à l'utilisation de ces produits chimiques (par exemple, les valeurs des scientifiques qui fabriquent les produits chimiques, celles des agriculteurs qui les emploient ou des celles des citoyens qui vivent sur le territoire en question).

Ensuite, en voulant intervenir pour sensibiliser la communauté des apprenants aux dangers associés à de tels produits et les inciter à réduire leurs utilisations, l'enseignant pourra également faire appel à la stratégie de la clarification des valeurs, qui invite les élèves à clarifier leurs propres valeurs à travers tout le processus de résolution de problèmes. Une telle stratégie dépasse l'identification « objective » des valeurs des acteurs associées à une problématique. Les élèves sont amenés à exprimer et à préciser, dans un climat de libre expression, leurs propres croyances, sentiments et valeurs au sujet de la problématique qu'ils veulent résoudre. Évidemment, dans la résolution d'un tel problème environnemental, l'enseignant de sciences accordera une attention particulière aux réflexions morales et éthiques liées à l'activité scientifique, de manière à se situer dans la dimension de *l'éducation pour l'environnement par les sciences*.

De la sorte, en ce qui a trait à l'idée d'aborder les questions morales et éthiques de questions environnementales à partir de l'examen d'une réalité ou d'un objet technologique (*éducation pour l'environnement par la technologie*), la stratégie de la discussion des valeurs morales permet également d'aborder les valeurs morales et l'éthique par le biais de l'activité technologique (conception, construction, design, etc.). Cette stratégie invite les apprenants à s'interroger sur les impacts socio-environnementaux des activités de conception, de design et de construction des objets, des systèmes de produits et de procédés technologiques. Par exemple, en voulant sensibiliser la communauté des étudiants à la problématique de la déforestation, les apprenants seraient invités à se questionner sur les valeurs d'efficacité et d'efficience qui sont couramment associées à l'activité technologique. L'efficacité de la machinerie utilisée dans l'industrie forestière est éloquent à cet égard. Ainsi, une activité de sensibilisation à la problématique de la déforestation pourrait susciter des réflexions au sujet de la responsabilité morale des concepteurs des technologies forestières et des ingénieurs à l'égard de l'environnement.

Enfin, comme pour l'*éducation au sujet de l'environnement par les sciences*, les stratégies de l'analyse des valeurs et de la clarification des valeurs semblent également pertinentes pour la mise en œuvre de la dimension de l'*éducation au sujet de l'environnement par la technologie*. Dans la stratégie de l'analyse des valeurs, on pourrait amener les apprenants à identifier et à analyser les valeurs qui sous-tendent les positions des divers acteurs concernés par la problématique de la déforestation. Aussi, à travers toute l'activité de sensibilisation à cette problématique, l'enseignant pourrait planifier plusieurs moments de réflexion et de communication dans lesquels les apprenants prennent du temps pour clarifier (stratégie de la clarification des valeurs) leurs propres réflexions, sentiments ou valeurs à propos de ces réalités.

6.3.4.1. Stratégies du domaine de l'ERS en « éducation pour l'environnement par les sciences »

Certaines stratégies élaborées en enseignement relatif aux sciences en eRS s'avèrent utiles pour aborder la dimension spécifique de l'*éducation pour l'environnement par les sciences*. Tout d'abord, les stratégies traditionnelles associées à l'eRS (observation, démonstration, expérimentation) permettent l'étude des aspects scientifiques d'un problème environnemental. Par exemple, on pourrait mandater une classe pour qu'elle aille prélever des échantillons dans un cours d'eau avoisinant à l'école. Les élèves devraient alors analyser ces échantillons (caractéristiques de l'eau, pH, présence de coliformes, etc.) de manière à déterminer leur niveau de pollution ou de contamination. Advenant un constat de pollution, la connaissance des caractéristiques de l'eau analysée, combinée aux observations de l'environnement du cours d'eau, permettront aux élèves de proposer diverses pistes d'intervention appropriées.

Aussi, relativement à la stratégie de l'îlot de rationalité, on pourrait, par exemple, confier la tâche aux élèves de se construire une représentation de l'état du cours d'eau

analysé. Cette représentation interdisciplinaire⁹⁰ leur permettra ensuite de tirer les conclusions qui s'imposent pour diriger leurs interventions dans une éventuelle tentative de réduction de la présence de contaminants.

6.3.4.2. Stratégies du domaine de l'ERT en « éducation pour l'environnement par la technologie »

Diverses stratégies issues de l'ERT peuvent être mises à profit pour trouver des moyens qui favoriseront l'analyse d'une problématique et la recherche de solutions pour la résoudre.

Tout d'abord, en utilisant la stratégie de la conception technologique d'un objet, système, produit ou procédé (OSPP), on peut inviter les élèves à concevoir un système de capteurs leur permettant d'obtenir des données en temps réel sur les paramètres physiques d'un cours d'eau avoisinant leur école. Ce système leur permettrait d'avoir une meilleure connaissance de la problématique à l'étude, et les solutions proposées pourraient alors être mieux adaptées. La stratégie du design technologique est essentiellement la même que celle de la conception, mais englobe une dimension esthétique et fonctionnelle à l'OSPP construit.

Au sein de la stratégie de l'analyse technologique, décrite comme une déconstruction d'un objet ou d'un système, l'apprenant pourrait analyser un système de capteurs déjà construit plutôt que d'avoir à en concevoir un. Une analyse approfondie d'un système technologique permet de dégager les diverses facettes du contexte (besoin auquel le système répond, paramètres mesurés, contraintes du milieu, etc.) pour lequel l'objet a été conçu. Une analyse technologique ne s'inscrit pas directement dans la perspective de la résolution d'un problème environnemental. Toutefois, cette stratégie est souvent employée préalablement ou en combinaison avec la stratégie de la conception

⁹⁰ Par exemple, les caractéristiques de l'eau en chimie, la classification des espèces du cours d'eau en biologie ou la situation du cours d'eau dans le bassin versant en géologie.

technologique, qui elle, permet une meilleure compréhension, donc une action plus efficace en vue de la résolution d'un problème environnemental.

Finalement, dans la perspective d'une meilleure compréhension d'une problématique environnementale, nous pouvons également mettre à profit la stratégie de l'utilisation des TIC. En effet, dans l'exemple du *monitoring* d'un cours d'eau, les données recueillies pourraient être transmises par réseau sans fil, puis traitées ou modélisées grâce à un logiciel spécialisé, sur un ordinateur de l'école. Un tel traitement informatisé des données permettrait alors d'observer de manière directe et simplifiée (au moyen d'un logiciel de traitement graphique, par exemple) la variation des paramètres du cours d'eau. Par suite d'une compréhension améliorée à l'aide d'un système technologique, les interventions à l'égard de la problématique environnementale pourront être plus efficaces et cohérentes.

Tableau 6.7
Synthèse du volet praxéologique de
l'« éducation pour l'environnement »

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) : Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / construction de l'opinion / autogestion pédagogique Stratégies du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> Analyse des valeurs / clarification des valeurs
L'éducation pour l'environnement par les sciences
Visée éducative Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.
Stratégies du domaine de l'ERS <ul style="list-style-type: none"> Stratégies traditionnelles (observation, démonstration, expérimentation) Îlot de rationalité
L'éducation pour l'environnement par la technologie
Visée éducative Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.
Stratégies du domaine de l'ERT <ul style="list-style-type: none"> Conception technologique Design technologique Utilisation des TIC

C'est avec le tableau-synthèse 6.7 que s'achève la présentation des stratégies associées à la dimension générale d'une *éducation pour l'environnement*. Les deux dernières sections présentent les stratégies relatives aux dimensions éducatives générales de l'*éducation pour les sciences* et de l'*éducation pour la technologie*.

6.3.5. Stratégies associées aux dimensions de l' « éducation pour les sciences »

Il est utile de rappeler que la dimension de l'*éducation pour les sciences* prend un sens bien différent de celle de l'éducation pour l'environnement, qui elle, visait les apprentissages dans la résolution de problèmes environnementaux. Ainsi, l'*éducation pour les sciences* s'intéresse à la valorisation des sciences (en général) ou des carrières scientifiques. La contribution aux sciences et la promotion des carrières qui y sont reliées deviennent alors le but de l'activité éducative.

Dans le cadre de cette recherche, les questions environnementales et technologiques sont considérées comme pouvant permettre de contextualiser et donc, de rendre signifiants les apprentissages en sciences. Encore ici, seront d'abord présentées les stratégies issues de la didactique générale et de la didactique de la formation morale. Nous terminerons avec les stratégies plus spécifiques issues de l'ERE et de l'ERT.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Parmi les stratégies issues de la didactique générale, la stratégie de la résolution de problèmes permet de mettre en œuvre la dimension éducative de l'*éducation pour les sciences par l'environnement*. Les phénomènes environnementaux ou les problématiques environnementales serviront à contextualiser les apprentissages en sciences. Par exemple, la problématique de l'ozone atmosphérique permettrait de contextualiser les apprentissages de certains concepts en sciences (couches atmosphériques, concentration, ozone, etc.). En travaillant avec des problèmes qui

situent les sciences dans un contexte concret, on contribue en quelque sorte à rendre les apprentissages significatifs et à valoriser les sciences aux yeux de l'élève.

La dimension de l'*éducation pour les sciences dans l'environnement* suggère un apprentissage sur le terrain. Observer un phénomène in situ permet également de contextualiser les apprentissages scientifiques. Une telle contextualisation des réalités, observées ou expérimentées en direct, favorise la motivation et l'intérêt, et par conséquent, les apprentissages des élèves. Par exemple, une recension des espèces d'arbres pour évaluer la biodiversité d'un boisé permettrait aux élèves de vivre en direct le travail du biologiste. Une telle immersion environnementale serait probablement plus motivante que la même situation vécue de manière plus théorique en classe. En effet, le milieu est une ressource motivante qu'il convient d'exploiter.

Enfin, le traitement d'une question technologique permet également de contextualiser les apprentissages réalisés en sciences (*éducation pour les sciences par la technologie*). Une situation pédagogique centrée sur des objets, des systèmes de produits ou de procédés est susceptible de développer l'intérêt de l'élève et de stimuler son apprentissage. Par exemple, on pourrait proposer à l'élève de concevoir et de construire une lunette astronomique. Ce dernier pourrait y contextualiser ses connaissances scientifiques (lentille, foyer, rayons, etc.). Une telle contextualisation technologique permet de donner une signification aux apprentissages, de favoriser l'intérêt des élèves, de valoriser l'apport des sciences au développement technologique et de stimuler les carrières scientifiques.

Les exemples que nous avons fournis, liés à l'alimentation, à la conception d'un télescope ou à l'inventaire de la biodiversité d'un milieu, pourraient également être abordés au moyen d'autres stratégies issues de la didactique générale (étude de cas, projet, controverse structurée, construction de l'opinion et autogestion pédagogique). Toutes ces stratégies ont déjà été présentées et décrites par le biais du traitement des

dimensions précédentes. Elles participent à une démarche de résolution de problèmes dans laquelle le rôle et les interrelations entre l'enseignant, les apprenants, l'objet d'apprentissage et leur milieu varient.

Stratégies du domaine de la formation morale

En abordant les sciences par le biais d'aspects moraux/éthiques des problématiques environnementales ou de l'activité technologique, il est également pensable de favoriser la valorisation sociale des sciences. Bien que cette perspective ne soit pas traitée dans les écrits analysés au sein de la recherche, il est possible que des élèves soit intéressés et motivés par les diverses réflexions morales ou éthiques que permet le traitement de questions environnementales ou technologiques. La discussion ou l'analyse des valeurs constituent des stratégies de nature à stimuler la motivation, puisqu'elles interpellent l'élève et l'amènent à s'exprimer.

Par exemple, de manière à aborder des questions de morale et d'éthique à travers le traitement de questions environnementales (*éducation pour les sciences par l'environnement*), l'enseignement peut proposer à l'élève la tâche d'identifier et d'analyser diverses positions et valeurs des acteurs liés à la problématique de la surexploitation minière dans une région québécoise. L'étude des aspects moraux et éthiques de cette problématique permettent ainsi de contextualiser divers savoirs scientifiques (types de minéraux, types de roches, cycle des roches, structure de la terre), et donc, de possiblement favoriser la motivation des élèves à l'égard des sciences.

En ce qui a trait à l'idée d'aborder les valeurs et les réflexions éthiques dans l'environnement (*éducation pour les sciences dans l'environnement*), la stratégie de l'analyse des valeurs pourrait par exemple être utilisée en lien avec la visite d'une centrale hydroélectrique. Une analyse, en direct, des impacts environnementaux (par

exemple, une activité d'excavation) et des valeurs morales sous-jacentes à cette problématique risque d'être mémorable, voire marquante, pour l'apprenant.

En lien avec la dimension spécifique de l'*éducation pour les sciences par la technologie*, ce sont principalement les réflexions au sujet de la nature de la technologie, des impacts de cette dernière et des valeurs morales sous-jacentes qui devront être mises à profit. Par exemple, au cours d'une discussion relative aux valeurs, les apprenants, à titre de concepteurs, pourraient être amenés à s'interroger sur les impacts de la conception, du design ou de la construction des objets, des systèmes de produits et de procédés technologiques. Ainsi, la conception d'un objet usuel (par exemple, un prototype de tasse à café isolée) permettrait de contextualiser des savoirs scientifiques (température, chaleur, isolation, etc.) et pourrait faire intervenir des réflexions morales/éthiques au regard de l'activité technologique (par exemple, les valeurs de responsabilité et de respect de l'environnement dans le choix des matériaux utilisés ou dans le cycle de la tasse à café).

Ce dernier exemple s'inscrit dans la stratégie de la clarification des valeurs morales puisqu'il implique des réflexions morales/éthiques de l'apprenant-concepteur lui-même au regard des impacts des objets qu'il peut concevoir et construire. En utilisant la stratégie de l'analyse des valeurs, l'enseignant pourrait orienter plutôt les élèves vers une analyse des valeurs qui sous-tendent certaines activités technologiques. Par exemple, l'élève pourrait identifier les valeurs implicites à la production en série de tasses à café (par exemple, rentabilité, productivité, efficience, efficacité, etc.).

En complément à ces stratégies issues de la didactique générale ou de la didactique de la formation morale, les sections suivantes présentent les stratégies issues des didactiques spécifiques des champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT.

6.3.5.1. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation pour les sciences par l'environnement »

Parmi les stratégies développées en éducation relative à l'environnement, celles de l'audit environnemental et du forum des questions environnementales peuvent être utilisées pour mettre en œuvre la dimension spécifique de *l'éducation pour les sciences par l'environnement*.

Les apprenants pourraient par exemple être invités à organiser un audit environnemental sur la question des odeurs produites par une industrie de leur localité. Un tel audit serait de nature à favoriser la contextualisation des divers savoirs scientifiques (solvants organiques, odeurs, réactifs/produits, etc.) à une problématique environnementale locale.

À l'aide de la stratégie du forum des questions environnementales, l'enseignant pourrait inviter ses élèves, et toute la communauté, à étudier la problématique des mauvaises odeurs pour discuter et confronter les divers arguments et positions. Que ce soit dans l'une ou dans l'autre de ces stratégies, l'enseignant ne doit pas perdre de vue que les stratégies développées ne s'inscrivent pas spécifiquement dans la perspective de la résolution du problème environnemental, mais bien dans l'idée de contextualiser les apprentissages pour rendre ceux-ci signifiants à l'élève.

6.3.5.2. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation pour les sciences dans l'environnement »

Pour développer la dimension d'une *éducation pour les sciences dans l'environnement*, les stratégies de l'interprétation environnementale et de l'immersion semblent pertinentes.

Tout d'abord, dans la stratégie de l'interprétation environnementale, un enseignant pourrait organiser une visite semi-dirigée du quartier de l'école, invitant l'apprenant à

identifier et à reconnaître, par exemple, diverses formes d'énergie (thermique, cinétique, potentielle).

En poussant plus loin l'expérience exploratoire, le modèle de la relation avec la nature propose une expérience plus sensuelle et organique avec le milieu. La stratégie globale consiste à amener les apprenants dans l'environnement, de manière à favoriser chez eux un contact sensoriel avec celui-ci. En enseignement relatif aux sciences, l'activité d'analyse d'un écosystème naturel pourrait comporter une phase exploratoire qui inciterait l'élève à s'imprégner du milieu étudié.

6.3.5.3. Stratégies du domaine de l'ERT en « éducation pour les sciences par la technologie »

Pour favoriser l'intérêt envers l'activité scientifique, plusieurs stratégies développées dans le contexte spécifique de l'enseignement relatif à la technologie sont pertinentes.

Tout d'abord, en ce qui concerne la conception technologique, on pourrait confier à l'élève un projet de conception d'un véhicule fonctionnant à l'énergie solaire. Une telle activité de nature technologique permettrait de contextualiser de nombreux savoirs scientifiques (énergie, électricité, transformation de l'énergie lumineuse, lois de Newton, équations du mouvement, etc.) dans un contexte signifiant susceptible d'être motivant pour l'élève. Encore ici, la stratégie du design technologique se situe dans le prolongement de la conception technologique, mais ajoute des éléments fonctionnels et esthétiques au véhicule conçu.

Aussi, la stratégie de l'analyse technologique peut inviter l'apprenant à analyser une voiture à l'énergie solaire déjà construite par un groupe d'élèves d'une année antérieure. Une telle analyse en contexte favorise la contextualisation des apprentissages scientifiques.

Enfin, dans le cas où un modèle de voiture solaire n'est pas disponible, la stratégie de l'utilisation des TIC peut particulièrement être mise à contribution puisqu'elle permettrait de présenter des plans, des images ou une construction virtuelle tridimensionnelle de la voiture solaire à analyser.

Le tableau 6.8 synthétise l'ensemble des stratégies permettant de mettre en œuvre la dimension générale de l'*éducation pour les sciences*, ainsi que ses dimensions éducatives spécifiques.

Tableau 6.8
Synthèse du volet praxéologique de
l'« éducation pour les sciences »

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) : Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / construction de l'opinion / autogestion pédagogique Stratégies du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> Analyse des valeurs / clarification des valeurs
L'éducation pour les sciences par l'environnement
Visée éducative Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> Audit environnemental Forum des questions environnementales
L'éducation pour les sciences dans l'environnement
Visée éducative Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> Interprétation environnementale Immersion
L'éducation pour les sciences par la technologie
Visée éducative Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.
Stratégies du domaine de l'ERT <ul style="list-style-type: none"> Conception technologique Design technologique Utilisation des TIC

6.3.6. Stratégies associées aux dimensions de l'« éducation pour la technologie »

De la même manière qu'en « éducation pour les sciences », la dimension générale de l'« éducation pour la technologie » vise à favoriser socialement la technologie et les carrières techniques reliées ou les carrières en génie.

Pour ce faire, l'idée demeure de rendre plus signifiants les savoirs et les habiletés du domaine technologique en mettant ces derniers en contexte dans le quotidien de l'élève. Quant aux trois dimensions spécifiques de l'éducation pour la technologie (*l'éducation pour la technologie par l'environnement*, *l'éducation pour la technologie dans l'environnement* et *l'éducation pour la technologie par les sciences*), nous ferons d'abord état des stratégies issues de la didactique générale et de la didactique de la formation morale; les stratégies plus spécifiques développées dans les champs d'intervention éducative suivront.

Stratégies du domaine de la didactique générale

Parmi les stratégies issues de la didactique générale, la stratégie de la résolution de problèmes permet de mettre en œuvre la dimension éducative de *l'éducation pour la technologie par l'environnement*. Par exemple, les apprentissages liés aux diverses caractéristiques des matériaux (dureté, porosité, perméabilité, densité, etc.) peuvent être contextualisés par l'intermédiaire d'un problème lié à l'enfouissement des déchets.

La dimension de *l'éducation pour la technologie dans l'environnement* suppose une résolution de problèmes pratiques qui prendra son sens grâce à la présence de l'apprenant *dans* l'environnement. Dans le cas de la dimension éducative qui nous intéresse ici, le milieu visité sera la plupart du temps l'environnement construit ou artificialisé. Par exemple, dans une situation qui comprend la conception et la construction d'un vivarium destiné à des grenouilles, il serait pertinent que l'élève

puisse planifier la conception du milieu de vie des batraciens et fasse lui-même émerger les contraintes auxquelles il fera face en visitant le milieu qu'il doit reproduire. Une conception fondée sur des paramètres théoriques est certainement moins signifiante pour l'élève qu'une conception qui a émergé d'une situation réelle.

Enfin, le contexte scientifique (*éducation pour la technologie par les sciences*) permet de rendre plus signifiants – donc motivants – les apprentissages réalisés en eRT. Par exemple, les connaissances technologiques impliquées dans la conception d'un panneau solaire (arrangement des cellules, structure, matériaux, types de fils, puissance des accumulateurs, etc.) peuvent être contextualisées par le biais des savoirs et savoir-faire associés à l'eRS (loi d'Ohm, lois de Kirchhoff, montage de circuit, etc.).

Les exemples de situations pédagogiques que nous venons de présenter pourraient également être traités avec d'autres stratégies issues de la didactique générale (étude de cas, projet et controverse structurée, construction de l'opinion et autogestion pédagogique). Ces stratégies ont été explicitées dans les sections précédentes.

Stratégies du domaine de la formation morale

De manière à aborder les questions de morale et d'éthique en contexte environnemental (*éducation pour la technologie par l'environnement*), la stratégie de l'analyse des valeurs pourra être mise à profit. Les élèves pourraient par exemple se voir confier la tâche d'identifier et d'évaluer les diverses positions et valeurs des acteurs liés à un objet domestique usuel acheté dans un magasin « à un dollar ». L'objet domestique en tant que tel peut difficilement mener à une analyse des valeurs, mais si nous le situons dans le contexte dans lequel il a été produit (souvent sur le marché asiatique, au service des prérogatives du marché occidental), diverses questions morales et éthiques peuvent émerger. Une telle problématique

environnementale associée à la surconsommation permet donc de contextualiser les savoirs technologiques associés à l'objet étudié (construction, fonctionnement, matériaux, etc.).

La perspective d'aborder les valeurs et les réflexions éthiques dans l'environnement (*éducation au sujet des sciences dans l'environnement*), les stratégies de l'analyse ou de la discussion des valeurs peuvent par exemple être mises à profit dans le contexte de la visite du magasin « à un dollar » duquel proviennent les objets analysés. Une séance d'analyse des valeurs reliée à un constat en direct de l'occurrence et de la diversité des objets construits à bas prix pourra être pertinente comme expérience d'apprentissage. Encore ici, l'immersion en contexte de vie réel permettra possiblement à l'apprenant de s'intéresser à l'activité technologique.

Enfin, en vue de contextualiser les apprentissages technologiques au moyen de questions morales et éthiques reliées au contexte scientifique (*éducation pour la technologie par les sciences*), ce sont principalement les réflexions au sujet de la nature des sciences, des impacts de ces dernières et des valeurs morales sous-jacentes qui devront être mises à profit. Abordée avec la stratégie de la discussion des valeurs, la problématique des manipulations génétiques pourrait permettre de soulever des questions morales/éthiques liées à l'activité scientifique. De telles questions permettraient de contextualiser et de rendre plus signifiants certains savoirs (bio)technologiques (clonage, séquençage, procédés divers de manipulations génétiques, etc.) liés à ces manipulations.

Jusqu'à présent, ont été mises en lumière diverses stratégies issues de la didactique générale ou de la didactique de la formation morale. Les sections suivantes viendront présenter les stratégies issues des champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT.

6.3.6.1. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation pour la technologie par l'environnement »

Parmi les stratégies associées au domaine l'ERE, celles de l'audit environnemental et du forum des questions environnementales permettent de développer la dimension de *l'éducation pour la technologie par l'environnement*.

Par exemple, les apprenants pourraient être invités à organiser un audit environnemental au regard de l'utilisation du papier dans leur école. Cet audit permettrait de contextualiser divers savoirs technologiques (étude des propriétés du bois, construction des diverses machines, fonctionnement des diverses machines, etc.) liés aux diverses étapes de fabrication du papier, tout en gardant comme trame de fond la problématique de la déforestation. Par ailleurs, à l'aide de la stratégie du forum des questions environnementales, l'enseignant pourrait inviter divers spécialistes (enseignants, élèves, parents, direction, fournisseurs de papier) de la communauté à venir présenter leur point de vue en ce qui concerne l'utilisation du papier, et ce, dans le but d'établir une politique de gestion responsable du papier dans l'école.

6.3.6.2. Stratégies du domaine de l'ERE en « éducation pour la technologie dans l'environnement »

Les stratégies de l'interprétation environnementale et de l'immersion, issues du domaine de l'éducation relative à l'environnement, permettent de mettre en application la dimension de *l'éducation pour la technologie dans l'environnement*.

Avec la stratégie de l'interprétation environnementale dans le milieu construit, on pourrait inviter l'apprenant à visiter un laboratoire de recherche en biotechnologie, de manière à contextualiser divers savoirs technologiques (procédés biotechnologiques divers, techniques de stérilisation, transgénisme, etc.). Ce type d'exploration guidée constitue une porte d'entrée pour la mise en contexte et la signification de savoirs

technologiques. De plus, la rencontre avec des chercheurs et des spécialistes de ce milieu pourrait également s'avérer utiles pour la valorisation de l'activité technologique et des carrières qui y sont associées.

Qui plus est, la stratégie de la relation à l'environnement⁹¹ propose à l'apprenant de pousser plus loin son immersion environnementale. Cette stratégie est caractérisée par une expérience visant à développer une sensibilité à l'égard du milieu et une meilleure connaissance de ce dernier, notamment en se concentrant sur les sens de l'apprenant (la vue, le toucher, l'odorat, etc.). En enseignement relatif à la technologie, c'est dans le milieu construit que sera mise en œuvre cette stratégie. Par exemple, une activité d'analyse de la demeure de l'apprenant pourrait comprendre une phase exploratoire qui l'inciterait à observer de manière attentive le lieu dans lequel il vit. Une telle phase impliquerait évidemment des observations liées à des savoirs technologiques présents dans le milieu (fonctionnement du système de chauffage, étude sur la construction de la maison, étude sur les matériaux de la maison, etc.). Elle supposerait également des activités permettant à l'élève de caractériser son milieu à l'aide de ses propres sens (les odeurs, les textures, par exemple). Ce genre d'activité pourrait donc permettre à l'apprenant de faire le lien entre divers savoirs technologiques et le milieu qui lui est possiblement cher.

6.3.6.3. Stratégies du domaine de l'ERS en « éducation pour la technologie par les sciences »

Enfin, certaines stratégies traditionnelles associées à l'enseignement relatif aux sciences (observation, démonstration, expérimentation) permettront l'étude des aspects scientifiques d'un problème de nature technologique (*éducation pour la technologie par les sciences*). Par exemple, dans la construction d'un binoculaire

⁹¹ La stratégie de la relation à la nature, développée en ERE (Cohen, 1989 dans Sauvé, 1997), sera étendue au contexte de l'ERT, qui est surtout en lien avec un environnement construit et non pas un environnement naturel. Par conséquent, sous l'appellation de « relation à l'environnement », on fera référence aux idées de ce modèle, qui propose une relation plus profonde, grâce au prolongement des sens de l'apprenant en relation avec son environnement.

permettant de faciliter l'observation de divers organismes vivants, l'utilisation expérimentale d'un banc d'essai en optique permettrait de comprendre certaines notions scientifiques (foyer, types de lentilles, grossissement, etc.). Par le biais de la mise en pratique de diverses stratégies traditionnelles en sciences (observation et expérimentation), l'élève pourrait trouver une configuration idéale permettant la conception ultérieure de son binoculaire. Les sciences permettent, dans cet exemple, de contextualiser et de rendre signifiants – donc particulièrement plus motivants – les apprentissages technologiques.

Tableau 6.9
Synthèse du volet praxéologique de
l'« éducation pour la technologie »

Stratégies du domaine de la didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) : Étude de cas / projet / controverse structurée / débat / construction de l'opinion / autogestion pédagogique
Stratégies du domaine de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / clarification des valeurs
L'éducation pour la technologie par l'environnement
Visée éducative Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
L'éducation pour la technologie dans l'environnement
Visée éducative Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives se situant dans l'environnement.
Stratégies du domaine de l'ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale • Immersion
L'éducation pour la technologie par les sciences
Visée éducative Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.
Stratégies du domaine de l'ERS <ul style="list-style-type: none"> • Stratégies traditionnelles <ul style="list-style-type: none"> ○ Observation ○ Démonstration ○ Expérimentation

Le tableau 6.9 présente la synthèse des stratégies associées à la dernière dimension générale proposée dans la présente recherche.

6.4. Implications praxéologiques du modèle éducationnel proposé

De manière à orienter davantage les pratiques pédagogiques en fonction des éléments théoriques et des éléments stratégiques venant d'être présentés, il est pertinent de souligner les implications praxéologiques que soulève ce modèle éducationnel.

L'idée la plus importante qui doit ressortir du modèle éducationnel proposé concerne le rôle prépondérant que joue la phase de planification pédagogique dans la planification de situations pédagogiques comportant diverses dimensions éducatives (qui elles, proviennent de plusieurs champs d'intervention éducative).

En effet, les « anciennes » situations pédagogiques s'inscrivaient dans une logique disciplinaire qui en influençait grandement la planification. Dans la construction de « nouvelles » situations, l'enseignant devra dorénavant composer avec les multiples dimensions (dans, par, au sujet, pour) des champs d'intervention éducative (ERE, ERS, ERT) qu'il veut faire intervenir. Avant d'entreprendre toute action pédagogique, il donc est essentiel que l'enseignant clarifie et identifie de manière très précise son⁹² objectif pédagogique. Cet objectif servira alors de référentiel dans les diverses décisions qui seront prises au cours du processus de planification d'une situation d'apprentissage.

L'identification de l'objectif pédagogique permettra ensuite à l'enseignant de se situer dans l'une ou plusieurs des dimensions que propose ce modèle. Ce dernier exercice l'orientera vers des approches, des stratégies et des activités pédagogiques, cohérentes avec l'objectif pédagogique de départ.

⁹² Le singulier est ici employé pour alléger le texte, mais il est fréquent qu'un enseignant ait plusieurs objectifs pédagogiques dans la planification d'une situation d'apprentissage.

Par exemple, enseigner les sciences « ... par l'environnement » fait appel à des approches et à des stratégies qui sont différentes de celles adoptées dans le cadre d'un enseignement « ... par la technologie ». De la sorte, en raison de la différence des visées, les pratiques inhérentes aux dimensions générales de l'« éducation pour ... » se distinguent de celles qui sont propres à l'« éducation au sujet de ... ».

Il est utile d'ajouter que plusieurs dimensions, et donc, plusieurs stratégies pourraient permettre d'atteindre un même objectif pédagogique. Par exemple, un enseignant qui souhaite traiter de la problématique des changements climatiques pourra aborder une telle question par le biais du contexte de l'enseignement des sciences (*éducation au sujet de l'environnement par les sciences*) ou par le biais du contexte de l'enseignement relatif à la technologie (*éducation au sujet de l'environnement par la technologie*). Ces dimensions sont complémentaires, mais elles impliquent des stratégies différentes.

Il apparaît même envisageable qu'une situation pédagogique intègre de multiples dimensions qui proviennent de champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. Une étude de cas portant sur la question de l'énergie nucléaire en serait un exemple (les aspects scientifiques liés à l'atome, les aspects technologiques liés à la sécurité de la centrale et les aspects environnementaux liés à la toxicité des déchets). Dans ce genre de situation complexe, le modèle proposé pourra certainement orienter l'enseignant dans ses choix pédagogiques.

À ce sujet, il est important de souligner que ce modèle ne doit pas être perçu comme une démarche ou une méthode précise de planification. Il joue en quelque sorte le rôle d'une grille d'analyse de la situation pédagogique. Une telle analyse permet à l'enseignant d'orienter ses choix pédagogiques en toute lucidité et cohérence.

6.5. Synthèse du modèle éducationnel

Le projet de construction du modèle éducationnel qui nous intéresse a pour but de répondre au constat du manque de fondements relatifs aux nouvelles tendances curriculaires comprenant notamment la mise en relation des champs d'intervention de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. Présenté en deux volets (théorique et axiologique), ce modèle est susceptible d'inspirer le développement de programmes qui intègrent ces nouvelles tendances curriculaires en sciences et technologie.

Le chapitre 5 a d'abord clarifié les concepts-piliers associés aux nouvelles tendances (éducation, environnement, science, technologie, curriculum, constructivisme, compétence, interdisciplinarité, intégration, morale/éthique).

Ensuite, ont été définies les composantes conceptuelles du modèle : éducation relative à l'environnement (ERE), éducation relative aux sciences (ERS) et éducation relative à la technologie (ERT). Une telle clarification a également englobé l'explicitation des divers courants associés aux champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT. La clarification théorique et axiologique de ces trois champs d'intervention éducative a permis la mise en lumière de seize dimensions éducatives complémentaires entre elles et cohérentes, regroupées en six dimensions générales.

Les aspects formels et axiologiques de ces dimensions ont également été caractérisés dans ce chapitre. En outre, nous avons fait référence aux divers courants de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT qui étaient susceptibles de les enrichir.

Le chapitre 6 a ensuite proposé diverses balises praxéologiques permettant de mettre en œuvre, dans un contexte scolaire, les aspects formels et axiologiques du modèle éducationnel. Diverses approches complémentaires ont été présentées (approches systémique, éducationnelle, interdisciplinaire, cognitive, pragmatique,

affective/morale, scientifique et technologique). En fonction de ces approches, diverses stratégies, elles aussi complémentaires entre elles, ont été identifiées pour chacune des seize dimensions éducatives. Certaines de ces stratégies sont issues de la didactique générale ou de la didactique de la formation morale, alors que d'autres ont été spécifiquement développées dans les champs d'intervention de l'éducation relative à l'environnement, de l'éducation relative aux sciences et de l'éducation relative à la technologie. Le tableau 6.10 présente une synthèse des seize dimensions identifiées et les stratégies qui leur sont associées.

Au bilan, nous pouvons conclure que la place d l'enseignant se trouve au cœur de la démarche pédagogique globale proposée. En effet, même si les nouvelles tendances curriculaires sont orientées autour de l'apprentissage des élèves, cela ne signifie pas pour autant que l'enseignant doive jouer un rôle passif dans une situation d'apprentissage. Au contraire, l'enseignant doit avoir une vocation pédagogique active dans laquelle ses actions favoriseront les apprentissages des élèves. À cet effet, la phase de planification joue un rôle prépondérant ; l'identification claire de l'objectif général de la situation d'apprentissage est même capitale. Une telle identification permet à l'enseignant de se situer dans l'une ou plusieurs des dimensions du modèle éducationnel suggéré.

Il convient d'ajouter que le modèle envisagé ne doit pas être perçu comme une proposition prescriptive qui invite les enseignants à développer systématiquement toutes les dimensions traitées à la fois. Il serait difficile, voire impossible, d'aborder la totalité des dimensions dans un court laps de temps. La conscience de l'existence de ces dimensions est pertinente puisqu'elle permet à l'enseignant d'analyser ses interventions pédagogiques, de les situer dans un cadre théorique et axiologique et de les justifier, s'il y a lieu.

Tableau 6. 10
Synthèse des dimensions éducatives du modèle pédagogique proposé

Dimension	Visée	Stratégies générales	Stratégies spécifiques
L'éducation au sujet de l'environnement ...			
... par les sciences	Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERS <ul style="list-style-type: none"> • traditionnelles <ul style="list-style-type: none"> - Observation - Démonstration - Expérimentation • Îlot de rationalité
... par la technologie	Acquérir des savoirs au sujet de l'environnement au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Discussion des valeurs morales 	Stratégies en ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Artisanat • Analyse technologique • Utilisation des TIC

L'éducation au sujet des sciences ...			
... par l'environnement	Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à des réalités environnementales.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
... par la technologie	Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Discussion des valeurs morales 	Stratégies en ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Design technologique • Artisanat • Analyse technologique • Utilisation des TIC
... dans l'environnement	Acquérir des savoirs au sujet des sciences au moyen d'activités d'apprentissage relatives à des réalités environnementales.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale

L'éducation au sujet de la technologie ...			
... par l'environnement	Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Discussion des valeurs morales 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
... par les sciences	Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / discussion des valeurs morales 	Stratégies en ERS <ul style="list-style-type: none"> • traditionnelles <ul style="list-style-type: none"> - Observation - Démonstration - Expérimentation • Îlot de rationalité
... dans l'environnement	Acquérir des savoirs au sujet de la technologie au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale

L'éducation POUR l'environnement ...			
... par les sciences	Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Clarification des valeurs 	Stratégies en ERS <ul style="list-style-type: none"> • traditionnelles <ul style="list-style-type: none"> - Observation - Démonstration - Expérimentation • Îlot de rationalité
... par la technologie	Apprendre à résoudre et prévenir des problèmes environnementaux au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Clarification des valeurs 	Stratégies en ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Design technologique • Artisanale • Utilisation des TIC

L'éducation POUR les sciences ...			
... par l'environnement	Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
... par la technologie	Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage relatives à la technologie.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs / Discussion des valeurs morales 	Stratégies en ERT <ul style="list-style-type: none"> • Conception technologique • Design technologique • Utilisation des TIC
... dans l'environnement	Valoriser socialement les sciences et les carrières scientifiques au moyen d'activités d'apprentissage se situant dans l'environnement.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Construction de l'opinion / Projet / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale • Immersion

L'éducation POUR la technologie			
... par l'environnement	Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux réalités environnementales.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Audit environnemental • Forum des questions environnementales
... par les sciences	Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives aux sciences.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Projet / autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERS <ul style="list-style-type: none"> • traditionnelles <ul style="list-style-type: none"> ○ Observation ○ Démonstration ○ Expérimentation • Îlot de rationalité
... dans l'environnement	Valoriser socialement la technologie ainsi que les carrières techniques et d'ingénierie au moyen d'activités d'apprentissage relatives se situant dans l'environnement.	Stratégies en didactique générale <ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes (scientifiques ou environnementaux) <ul style="list-style-type: none"> ○ Étude de cas / Projet / Controverse structurée / Débat / Construction de l'opinion / Projet / autogestion pédagogique Stratégies en didactique de la formation morale <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des valeurs 	Stratégies en ERE <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation environnementale • Immersion

CHAPITRE VII

DISCUSSION

Ce dernier chapitre porte un regard réflexif sur la recherche qui fait l'objet de cette thèse. L'atteinte des objectifs initiaux, présentés au chapitre 2, y est d'abord examinée. Puis, la question de la validité du construit théorique est abordée en fonction des principaux critères habituellement associés à la recherche théorique en sciences humaines. Les limites de ce construit théorique sont ensuite cernées. Le fait d'aborder ces limites permet finalement d'envisager certaines perspectives d'avenir : quelles suites peut-on donner à cette recherche?

7.1. L'atteinte des objectifs de recherche

Tel qu'annoncé à la section 2.3, cette recherche avait pour but de contribuer au développement de fondements curriculaires pour l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement.

Pour ce faire, l'objectif général était de proposer un modèle éducationnel en deux volets. Ce modèle propose d'abord des éléments formels (concepts et autres éléments théoriques) et axiologiques (visées, valeurs et objectifs). Il présente ensuite certaines avenues praxéologiques (approches et stratégies).

En utilisant la démarche globale de l'anasynthèse, cette recherche a su atteindre l'objectif général et les objectifs spécifiques initialement fixés, contribuant de ce fait à la poursuite du but. En effet, comme extrant du travail de recherche, un modèle théorique inédit, présentant des éléments théoriques et axiologiques, d'une part, et des éléments praxéologiques, d'autre part, vient répondre au besoin de clarification de

fondements pour y appuyer les nouvelles propositions curriculaires associées au mouvement de la réforme de l'enseignement des sciences. Ce besoin de fondements a été démontré au chapitre 2, par l'explicitation des éléments de problématique liés à la mise en relation de plusieurs champs d'intervention éducative (dans ce cas-ci l'ERE, l'ERS et l'ERT) dans les nouvelles propositions curriculaires.

Au terme du processus d'analyses et de synthèses successives, et ce, dans la démarche spéculative globale de cette recherche, le modèle éducationnel proposé constitue un prototype théorique inédit, répondant à l'axiologie explicitée au départ. Il est pertinent de discuter maintenant de sa validité.

7.2. Validité de la proposition théorique

Afin de discuter de la validité de cette proposition théorique, il sera utile de faire référence aux critères de validité de la recherche théorique⁹³ en sciences humaines proposés par Gohier (1998). Ainsi, la validité de la présente proposition théorique sera discutée en fonction de sept critères : sa pertinence, sa valeur heuristique, sa cohérence, sa limitation, sa complétude, son irréductibilité et sa crédibilité.

Certes, dans un éventuel processus de validation externe, qui dépasse le cadre de cette thèse, il sera pertinent de recueillir les commentaires critiques des acteurs du milieu (spécialistes en éducation, conseillers pédagogiques, enseignants, etc.) concernés par cette proposition. En fonction des commentaires critiques issus d'une telle validation, il sera possible de juger de manière plus informée de la pertinence, de la valeur heuristique, de la cohérence, de la limitation, de la complétude, de l'irréductibilité et de la crédibilité de la proposition théorique inédite. Dans la discussion qui suit, il faut demeurer conscient que l'évaluation de la validité de cette proposition théorique est présentée par le même chercheur qui l'a construite. Cette réflexion sur la validité du construit théorique proposé est donc influencée par ses biais (en terme d'expérience

⁹³ Ces critères ont été présentés au chapitre 3, tableau 3.8.

passées) et ses présupposés théoriques (paradigme éducationnel inventif), tels qu'explicités en à la section 4.1.

7.2.1. La pertinence

Le critère de pertinence d'une recherche correspond « au degré de lien significatif entre les résultats obtenus et les besoins à satisfaire. » (Legendre, 2005: 1035). Dans le cadre de cette recherche, les besoins à satisfaire correspondent au manque de fondements curriculaires associés aux nouvelles tendances curriculaires qui mettent en relation plusieurs champs d'intervention éducative. Les résultats correspondent aux éléments formels, axiologiques et praxéologiques du modèle éducationnel proposé.

Dans la mesure où cette proposition théorique vient répondre au problème clairement identifié du manque de fondements curriculaires à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement, il est possible de conclure qu'elle est pertinente.

7.2.2. La valeur heuristique

La valeur heuristique d'une proposition théorique implique « qu'elle contienne des énoncés théoriques de nature à faire avancer les connaissances » (Gohier, 1998). Christiane Gohier cite également l'*Association des enseignants et chercheurs en sciences de l'éducation* : « Dans le domaine de l'éducation, cette contribution peut se faire soit en accroissant les connaissances pluridisciplinaires sur le phénomène éducatif », soit en fournissant « des orientations praxéologiques pour mieux assurer les actions entreprises dans ce champ » (AECSE, 1993, p.41, dans Gohier, 1998).

Le modèle théorique présenté dans cette recherche est tout à fait en résonnance avec ces propos. En effet, il propose des éléments théoriques et praxéologiques pour enrichir les fondements des nouveaux curriculums de sciences. De manière plus spécifique, cette contribution se fait d'abord par une proposition de nouvelles

appellations (« enseignement relatif aux sciences » et « enseignement relatif à la technologie ») qui sont plus adéquates que les anciennes (« éducation scientifique » et « éducation technologique »), jugées problématiques (voir la section 5.2). Ensuite, un cadre théorique inédit concernant l'enseignement relatif à la technologie contribue à clarifier ce champ d'intervention éducative considéré comme étant en phase de structuration par certains spécialistes (voir section 5.5). Finalement, les éléments formels, axiologiques et praxéologiques du modèle éducationnel proposé constituent l'apport central de cette thèse au domaine de recherche. Un tel modèle, présenté comme un « prototype », peut être à l'origine de recherches visant à le valider (théoriquement et empiriquement), et ce faisant, il pourrait permettre de poursuivre l'exploration des possibilités d'arrimage entre l'ERE, ERS, l'eRS, l'ERT et l'eRT, et aussi les enjeux que soulèvent ces croisements.

7.2.3. La cohérence interne

Selon Gohier (1998), la cohérence interne d'une proposition théorique concerne le degré de non-contradiction entre ses divers énoncés. Cette cohérence est en lien avec l'harmonie, la logique ou le rapport étroit entre ses divers éléments.

Dans le cadre de l'élaboration de la proposition théorique de cette recherche, le principe de cohérence était à la base de toutes les activités. Ce principe était fondamental dans l'élaboration des diverses synthèses et dans la construction des multiples dimensions éducatives du modèle qui se devaient d'être non redondantes et non-contradictaires. La proposition théorique de cette recherche a été construite dans une perspective de cohésion et d'unité de ses divers éléments. Les éléments conceptuels et théoriques du modèle proposé sont cohérents avec le paradigme éducationnel adopté et le cadre théorique explicité au chapitre 5; les divers tableaux présentés tout au long des chapitres 5 et 6 témoignent du souci de cohérence interne de la catégorisation des dimensions.

7.2.4. La circonscription

Le critère de circonscription correspond à la délimitation du domaine de l'objet d'étude (Gohier, 1998). En s'intéressant d'entrée de jeu à la mise en relation de plusieurs champs d'intervention éducative, le domaine d'étude aurait pu être effectivement très vaste. Ce domaine a donc été limité par le choix de trois champs d'intervention éducative, à savoir l'éducation relative à l'environnement, l'éducation relative aux sciences et l'éducation relative à la technologie. De manière encore plus spécifique le domaine d'étude a été restreint à l'aspect formel (scolaire) de ces 3 champs d'intervention éducative.

Par conséquent, par la proposition d'un modèle éducationnel de l'enseignement interdisciplinaire des sciences intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement, cette recherche semble respecter ce critère de limitation.

7.2.5. La complétude

La complétude concerne l'exhaustivité de la proposition théorique en rapport au domaine de recherche (Gohier, 1998) et en fonction de la circonscription annoncée. La complétude du modèle proposé est assurée entre autres par la grande diversité des écrits recensés et sélectionnés qui composaient le corpus initial d'analyse. Au terme d'un rigoureux processus d'anasynthèse, la proposition théorique a été construite à partir de l'analyse d'un vaste corpus d'écrits qui représentent bien l'état des connaissances du domaine de recherche. Par ailleurs, la multiplicité des dimensions qui constituent le modèle témoigne de notre souci d'inclure l'ensemble des croisements possibles entre l'ERE, ERS et l'ERT. Enfin, à défaut d'être largement déployés, tous les aspects d'un modèle éducationnel ont été abordés (incluant la démarche pédagogique globale suggérée et l'évaluation). Par conséquent, la proposition théorique issue de cette recherche semble respecter également le critère de complétude.

7.2.6. L'irréductibilité

Le critère d'irréductibilité concerne la simplicité ou le caractère fondamental de la proposition théorique (Gohier, 1998). Ce critère d'irréductibilité ou de simplicité faisait également parti d'un souci constant de la part du chercheur au cours de l'élaboration de la proposition théorique de cette thèse. Le modèle proposé comportant seize dimensions peut sembler complexe voire encore réductible. Mais ce modèle en seize dimensions est issu d'un long processus de réflexion et d'analyse systématique des diverses dimensions possible. Les seize dimensions présentées sont toutes considérées comme pertinentes et non-redondantes. Ces dimensions sont complémentaires et constituent diverses facettes possibles à l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie qui intègre certaines préoccupations d'éducation relative à l'environnement

7.2.7. La crédibilité

Finalement, le critère de crédibilité concerne divers aspects de la proposition théorique : la crédibilité des sources (intrants théoriques du modèle), la crédibilité de la construction théorique ou de l'argumentation, et la crédibilité du sens critique du chercheur (Berryman, 2002)⁹⁴.

Tout d'abord, concernant la crédibilité des sources, cette recherche a systématiquement utilisé des sources validées par les diverses communautés de chercheur associées au domaine de recherche et aux champs concernés (revues scientifiques ou collectifs évalués). Dans la mesure du possible, les sources sélectionnées pour constituer le corpus d'analyse provenaient des auteurs qui étaient les plus productifs ou qui apportaient des idées neuves par rapport à l'objet. Ce critère de sélection semble conférer une bonne crédibilité à ce corpus d'écrits contrastés qui proviennent d'auteurs ayant des présupposés

⁹⁴ Dans ses travaux, Berryman (2002) propose une synthèse des critères de validité de la recherche théorique en éducation. Cette synthèse est inspirée des travaux de Gohier (1998) et de Van Der Maren (1996).

théoriques, des conceptions et des points de vue différents, permettant ainsi d'explorer largement le champ des possibilités théoriques.

C'est à travers la construction d'un modèle éducationnel pertinent et cohérent que le chercheur a pu exercer son jugement critique à l'intérieur de cette recherche. Pour s'assurer de la crédibilité de ce sens critique, le chercheur a présenté ses présupposés théoriques au chapitre 3. Cette clarification permet de rester transparent et de justifier les choix et les décisions prises à travers tout le processus de cette recherche.

Par conséquent, en ce qui a trait aux sources, à l'argumentation et au sens critique du chercheur, la proposition théorique construite dans cette recherche peut certainement être jugée crédible.

7.3. Limites de la proposition théorique

Malgré toutes les précautions prises pour s'assurer de la validité interne de la recherche venant d'être présentée, il faut mentionner quelle comporte tout de même certaines limites.

7.3.1. La validation externe

La principale limite de la proposition théorique issue de cette recherche concerne le fait qu'elle n'a pas encore été validée par des spécialistes externes (didacticiens, conseillers pédagogiques, enseignants, etc.). Ceux-ci auraient pu juger de sa recevabilité, de sa pertinence, de sa complétude, etc. En fonction de ces commentaires critiques issus d'une validation externe, il aurait été possible de juger de manière plus objective, c'est-à-dire distanciée (parce que chaque évaluateur ne peut pas prétendre à l'objectivité), de la validité générale de cette proposition théorique.

Néanmoins, ce genre de démarche de validation externe dépassait le cadre de cette recherche de nature spéculative, déjà très exigeante. S'inscrivant dans une perspective

systemique, globale et interdisciplinaire, une telle recherche suppose une démarche de validation faisant appel à une diversité d'évaluateurs externes. En effet, la plupart des spécialistes en éducation, des conseillers pédagogiques ou des enseignants n'ont d'expertise qu'au regard d'un nombre restreint d'aspects qui sont traités dans cette recherche. Par exemple, peu de didacticiens des sciences sont aussi spécialisés en éducation relative à l'environnement ou éducation relative à la technologie. De même, certains conseillers pédagogiques ou certains enseignants ont certes une vision très large des diverses disciplines scolaires scientifiques ou technologiques, mais ils ont surtout spécialistes de la dimension praxéologique et sont moins au fait des enjeux théoriques ou épistémologiques.

En somme, pour pouvoir juger de cette proposition théorique dans sa globalité, la validation devra impliquer de multiples acteurs, chacun ayant une spécialisation pertinente, mais peu étant en mesure de valider la contribution de plusieurs champs ou aspects à la fois. L'expérimentation en situation réelle s'avérera nécessaire. En raison de l'ampleur du travail requis, cette étape de validation, inhérente à la démarche d'anasyntèse, aura lieu dans le sillage de cette thèse.

7.3.2. La complexité liée à la multiplicité des dimensions

Une autre limite de la proposition théorique issue de cette recherche concerne la complexité du modèle éducationnel proposé. En effet, bien qu'un long et rigoureux travail de simplification ait été effectué, le modèle éducationnel présenté comporte six dimensions générales qui se décomposent en seize dimensions éducatives.

L'ampleur d'un modèle comportant seize dimensions est certainement une limite à sa compréhension ou à son utilisation dans le milieu (milieu de formation universitaire, milieu scolaire, etc.). Néanmoins, les seize dimensions associées à ce modèle mettent en lumière la complexité qui est liée à la mise en relation de plusieurs champs d'intervention éducative.

C'est par une démarche pédagogique globale centrée sur la planification et sur une clarification systématique des objectifs pédagogiques, que les dimensions du modèle éducationnel pourront s'articuler entre elles de manière cohérente et pertinente au regard du contexte. En effet, le fait d'intégrer dans les pratiques pédagogiques divers éléments provenant de champs d'intervention éducative distincts n'est pas en soi gage d'apprentissages meilleurs chez les apprenants. Il importe donc de miser sur un design pédagogique pertinent et cohérent, permettant d'aborder et de traiter la complexité de l'objet (intégration de l'ERE, ERS et ERT), à travers un ensemble d'activités complémentaires signifiantes pour l'élève, ce qui est un gage de meilleure intégration des apprentissages et de capacité de transfert.

7.3.3. La multiplicité des champs d'intervention éducative associés

Une autre limite apparue à la construction du modèle concerne la multiplicité des aspects, réalités et problématiques abordés en éducation relative à l'environnement, en éducation relative aux sciences ou en éducation relative à la technologie. En effet, les nouvelles tendances curriculaires tendent à promouvoir l'enseignement/apprentissage autour des questions, de problèmes ou de problématiques qui sont caractérisés par des aspects moraux ou éthiques, politiques, économiques, esthétiques, etc., devant s'intégrer aux aspects environnementaux, scientifiques et technologiques.

À certains moments de la construction du modèle, ces aspects venaient ajouter davantage de complexité, voire de confusion. Ainsi, il serait envisageable de traiter les aspects éthiques ou politiques par exemple comme des dimensions éducatives en tant que telles. On pourrait alors proposer l'idée d'une éducation relative à l'éthique ou d'une éducation relative à la politique, qui comprendraient des dimensions « au sujet ... », « pour ... » et « par ... ». On entre ici dans un univers d'une hyper-complexité qui pourra peu à peu être abordé à l'issue de cette recherche doctorale.

Ces trois principales limites sont apparues en cours de construction du modèle théorique qui fait l'objet de cette thèse, et elles se confirment en rétrospective. Une éventuelle validation ou confrontation du modèle à divers spécialistes (chercheurs et praticiens) permettra de le mettre à l'épreuve et d'identifier sans doute d'autres limites, mais aussi d'identifier des solutions à ces limites.

7.4. Perspectives de recherche et de formation

En ce qui a trait aux perspectives d'avenir de la présente proposition théorique, sa confrontation avec divers spécialistes, conseillers pédagogiques ou enseignants, de spécialités et d'expériences différentes, permettra d'apporter des commentaires critiques de nature à l'améliorer ou le compléter. Il est utile de rappeler que la proposition théorique construite à travers cette recherche n'est qu'un prototype qui pourra éventuellement se parfaire jusqu'à devenir un modèle dit « optimal ».

En attendant ces commentaires critiques, le modèle éducationnel proposé pourra tout de même avoir une pertinence dans le milieu formel de l'ERS, de l'ERT ou de l'ERE. En raison de la nature et de l'envergure des changements proposés par la réforme des curriculums de sciences à l'échelle mondiale, celui-ci pourra possiblement servir de balises pour orienter l'action éducative ou de pistes de solutions aux difficultés qui se présenteront. Enfin, dans la nécessité exprimée par plusieurs de former les enseignants à la théorie et à la pratique de l'interdisciplinarité curriculaire, didactique et pédagogique, en sciences, en technologie, mais aussi en ERE, les éléments théoriques de cette recherche pourront être également utilisés pour enrichir les programmes de formation initiale et continue des enseignants.

CONCLUSION

Pour conclure cette recherche, il convient tout d'abord de la resituer dans le contexte général dans lequel elle a débuté. Celle-ci a été entreprise il y a de cela six ans, alors que la réforme scolaire en science et technologie au secondaire se dessinait. Considérant les tendances éducationnelles de l'époque, notamment influencées par un constat de crise de l'éducation scientifique et de l'enseignement des sciences, les décideurs curriculaires avaient annoncé leur intention de construire un curriculum scientifique différent. Le curriculum renouvelé insisterait sur l'articulation des apprentissages entre eux, autour d'objets ou de phénomènes d'apprentissages, plutôt que sur un apprentissage structuré en fonction des disciplines scientifiques.

À travers tout le cheminement de cette recherche, les programmes de science et technologie dans diverses régions du monde se sont clarifiés et se sont inscrits dans les tendances curriculaires actuelles : approche par compétence, intégration des sciences et des technologies entre elles, intégration des réalités environnementales et des préoccupations morales/éthiques, etc. Ainsi, dans différents milieux scolaires et en fonction des changements curriculaires proposés, de nouvelles dimensions éducatives sont donc récemment mises en relation.

C'est à travers l'exploration des fondements sur lesquels reposent les nouveaux programmes scientifiques du secondaire, qui intègrent les champs d'intervention de l'éducation relative aux sciences (ERS), de l'éducation relative à la technologie (ERT) et de l'éducation relative à l'environnement (ERE), qu'un problème d'arrimage a été constaté. Pour répondre à ce constat, cette recherche a proposé un modèle éducationnel inédit, voulant tenir compte des divers aspects fondamentaux des champs d'intervention éducative de l'ERE, de l'ERS et de l'ERT.

D'abord, à titre de proposition voulant clarifier ou enrichir les fondements des nouveaux curriculums, cette recherche avait ensuite pour but d'inspirer les enseignants qui se retrouvent actuellement face à la mise en œuvre de changements majeurs, pour lesquels il existe actuellement fort peu de balises.

Construit selon la démarche globale de l'anasynthèse, s'appuyant plus spécifiquement sur la stratégie de l'analyse de contenu, le modèle éducationnel issu de cette recherche a été présenté en deux parties correspondant à ses deux dimensions fondamentales : théorique et praxéologique. La première dimension a proposé une définition et une exploration théorique des trois champs en question pour ensuite définir seize dimensions éducatives cohérentes, pertinentes et complémentaires qui peuvent entrer en jeu dans l'enseignement interdisciplinaire des sciences et de la technologie intégrant une préoccupation d'éducation relative à l'environnement. La deuxième dimension a présenté diverses balises praxéologiques (approches et de stratégies) favorisant des choix éclairés, et permettant d'articuler ces différentes dimensions éducatives entre elles au sein des pratiques enseignantes.

Ainsi, en raison de la nature et de l'envergure des changements curriculaires proposés en milieu scolaire, les résultats de cette recherche, sous forme d'un modèle éducationnel, pourraient apporter certaines pistes de solution concrètes aux divers acteurs des milieux qui devront composer avec ces changements. Dans cette perspective, le modèle éducationnel présenté sera éventuellement validé ou confronté auprès de divers spécialistes (chercheurs et praticiens) qui pourront le mettre à l'épreuve. Dans une forme améliorée par les diverses critiques éventuelles, le modèle issu de cette recherche pourra certainement être utilisée pour éclairer la pratique enseignante et dans l'élaboration des programmes de formation initiale et continue des enseignants.

RÉFÉRENCES

- AAAS. (1993). *Science for All American, project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Aikenhead, G. S. (1984). *Scientific decision making. Unit 1: Science, a way of knowing*. Saskatoon.
- Aikenhead, G. S. (1989). Categories of STS instruction. *STS Research Network Missive*, 3(2), 20-23.
- Aikenhead, G. S. (2002). The Educo-Politics of Curriculum Development: A Response to Peter Fensham's 'Time To Change Drivers for Scientific Literacy'. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 49-57.
- Alamäki, A. (1999). *How to educate students for a technological future: Technology education in early childhood and primary education*. Thèse de doctorat. University of Turku, Turku, Finland.
- Alamäki, A. (2000). Current Trends in Technology Education in Finland. *Journal of Technology Studies*, 1(16), 19-23.
- Allsop, T. et Woolnough, B. (1990). The relationship of technology to science in English schools. *Journal of Curriculum Studies*, 22(2), 127-136.
- Amigues, R. et Zerbato-Poudou, M. T. (2000). *Comment l'enfant devient élève. Les apprentissages à l'école maternelle*. Paris: Retz.
- Andrew, J. et Robottom, I. (2001). Science and Ethics: Some Issues for Education. *Science Education*, 85(6), 769-780.
- Arénilla, L. (2000). *Dictionnaire de pédagogie*. Paris: Bordas.
- Ashley, M. (2000). Science: An Unreliable Friend to Environmental Education? *Environmental Education Research*, 6(3), 269-280.
- Bader, B. (1998). Une vision socialisée des sciences au service d'une éducation relative à l'environnement socioconstructiviste. *Canadian Journal of Environmental Education*, 3, 156-170.
- Barcelo, Y. (1998). Le décrochage scientifique et technique des jeunes. *Agora*, 5.

- Bardin, L. (1996). *L'analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Barlex, D. (1993). The Nuftield approach to values in design and technology. *Design and technology teaching*, 26(1), 42-45.
- Barma, S. et Guilbert, L. (2006). Différentes visions de la culture scientifique et technologique. Défis et contraintes pour les enseignants. Dans A. Hasni, Y. Lenoir & J. Lebeaume (Dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire : dans le contexte des réformes par compétences*. (pp. 11-39). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration : designing the core for democratic education*. New York: Teachers College Press.
- Beauchamp, A. (1991). *Pour une sagesse de l'environnement*. Ottawa: Novalis, Université Saint-Paul.
- Benoît, C. (2000). *Vers un changement de paradigme du trouble d'apprentissage en vue de la détermination des assises essentielles au développement d'un curriculum individualisé à l'intention des élèves du secondaire en difficulté d'apprentissage*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Berelson, B. (1971). *Content Analysis in Communication Research*. New York: Free Press.
- Berryman, T. (2002). *Éco-ontogenèse et éducation: les relations à l'environnement dans le développement humain et leur prise en compte en éducation relative à l'environnement durant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence*. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Bertrand, Y. et Valois, P. (1999). *Fondements éducatifs pour une nouvelle société*. Montréal: Éditions nouvelles.
- Black, P. (1998). An International Overview of Curricular Approaches and Models in Technology Education. *Journal of Technology studies*, 14(1), 24-30.
- Blume, J., Garcia, K., Mullinax, K. et Vogel, K. (2001). *Integrating Math and Science with Technology*. Master of Arts Action Research Project, Saint Xavier University and Skylight Professional Development, Chicago, IL.
- Bonnett, M. et Elliott, J. (1997). Editorial. *Cambridge Journal of Education*, 29(3), 309-311.

- Boutard, A. et Sauvé, L. (1991). *Physics for all: Innovation through STS.E education*. Présenté dans le cadre du Sixth Annual Technological Literacy Conference, du 1er au 3 février 1991, Washington D.C.
- Boutin, G. et Julien, L. (2000). *L'obsession des compétences : son impact sur l'école et la formation des enseignants*. Montréal: Éditions nouvelles.
- Boyer, J.-Y. (1983). *Production d'un modèle d'intégration des objectifs d'apprentissage en français et en sciences de la nature*. . Hull: Université de Québec à Hull. Rapport de recherche, tome I.
- Brandt, R. (1993). On teaching for understanding : A conversation with Howard Gardiner. *Educational Leadership*, 50(7), 4-7.
- Breckon, A. (1998). National curriculum review in design and technology for the Year 2000. *The Journal of Design and Technology Education*, 3(2), 101- 105.
- Brickhouse, N. W., Stanley, W. et Whitson, J. (1993). Practical reasoning and science education : implications for theory and practice. *Science and Education*, 2(4), 363-375.
- Bronckart, J.-P. et Dólz, J. (2002). La notion de compétence : quelle pertinence pour l'étude de l'apprentissage des actions langagières. Dans *Raisons éducatives* (pp. 27-44). Bruxelles: De Boeck, Coll.
- Buisson, F. E. et Hayat, P. (2000). *Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire : (extraits)*. Paris: Kimé.
- Bunge, M. (1983a). *Épistémologie*. Paris: Maloine.
- Bunge, M. (1983b). *Treatise on Basic Philosophy Volume 6: Epistemology and Methodology II: Understanding the World*. Bonston: D. Reidel Publishing Compagny.
- Bybee, R. W. (1987). Science education and the science-technology-society (S-T-S) theme. *Science Education*, 71, 667-683.
- Cartonnet, Y. (2002). Proposition d'un schéma d'organisation - PYSTILE - des formations de concepteurs à l'analyse de systèmes techniques. *Aster*, 34, 157-180.

- Cassie, J. R. B. et Haché, D. (1998). L'utilisation d'une heuristique curriculaire pour créer un apprentissage adapté à la vie. *Revue des sciences de l'éducation*, XXIV(3), 3-29.
- Chamberland, G., Lavoie, L. et Marquis, D. (1995). *20 Formules pédagogiques*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Champy, P. et Étévé, C. (1998). *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*. Paris: F. Nathan.
- Chapman, L. D. R., Coukos, E. D. et Pisapia, J. (2001). Knowledge Management Technology: Making Good Choices. *Journal of Interactive Instruction Development*, 14(2), 30-36.
- Charpak, G. et Académie des sciences. (1996). *La main à la pâte : les sciences à l'école primaire*. Paris: Flammarion.
- Chavez, M. (2005). *L'éthique de l'environnement comme dimension transversale de l'éducation en sciences et en technologies*. Thèse de doctorat. Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Childress, R. B. (1978). Public school environmental education curricula : A national profile. *Journal of Environmental Education*, 9(3), 2-11.
- Clark, S. C. (1989). The Industrial Arts Paradigm: Adjustment, Replacement, or Extinction ? *Journal of Technology Education*, 1(1), 1-13.
- Clover, D. E., Follen, S. et Hall, B. (2000). *The Nature of Transformation: Environmental Adult Education. Second Edition*. York: York University Bookstore.
- Cohen, M. (1990). *Connecting with Nature. Creating moments that let Earth teach*. Eugene: World Peace University.
- Cohen, P. (1995). *The content of their character*: Association for Supervision of Curriculum Development: Curriculum Development.
- Colding-Joergensen, P., Jensen, J. H., Joergensen, R. C., Paulsen, A. C. et Paulsen, E. (1990). *Teknologi og samfund som en dimension i fysikundervisningen*. Copenhagen: Direktoratcy for Gymnasieskolerne of Hf.

- Conseil des ministres de l'Éducation du Canada. (1997). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature*. Toronto: Gouvernement du Canada.
- Conseil supérieur de l'éducation. (1990). *L'intégration des savoirs au secondaire: au coeur de la réussite éducative*. Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation. (1990). *Développer une compétence éthique pour aujourd'hui : une tâche éducative essentielle* Rapport annuel 1989-1990 sur l'état et les besoins de l'éducation, Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2000). *Éducation et nouvelles technologies. Pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage. Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation*. Québec
- Crosthwaite, J. (2001). Teaching Ethics and Technology – What is Required? *Science & Education*, 10, 97-105.
- Daugherty, M. K. et Wicklein, R. C. (1993). Mathematics, Science, and Technology Teachers Perceptions of Technology Education. *Journal of Technology Education*, 4(2), 28-43.
- David Treagust, D. F. et Rennie, L. J. (1993). Implementing Technology in the School Curriculum: A Case Study Involving Six Secondary Schools. *Journal of Technology Education*, 5(1), 38-53.
- de Vries, M. J. (1994). Technology education in Western Europe. Dans D. Layton (Dir.), *Innovations in science and technology education* (Vol. V). Paris: UNESCO.
- de Vries, M. J. (2000). *From the Development of Curriculum to the Practice of Teaching: The Role of a technology Education Centre*. Présenté dans le cadre du séminaire Technology Education in Practice, Oulu, Finland, 2-5th May 2000.
- de Vries, M. J. (2006). Two decades of technology education in retrospect. Dans M. J. de Vries & I. Mottier (Dir.), *International Handbook of Technology Education : reviewing the past 20 years*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Dehan, B. et Oberlinkels, J. (1984). *École et milieu de vie - Partenaires éducatifs - Une pédagogie de projets interdisciplinaires*. Cladash (France): Centre interdisciplinaire de recherche et d'applications pour le développement d'une éducation en milieu de vie (CIRADEM).

- Dekkers, J. et DeLaeter, J. R. (1997). The changing nature of upper secondary school science subject enrolments. *Australian Science Teachers' Journal*, 43, 35–41.
- Des Jardins, J. R. (1995). *Éthique de l'environnement: Une introduction à la philosophie de l'environnement*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Désautels, J. (1998). *Une éducation aux technosciences pour l'action sociale. La recherche en didactique au service de l'enseignement*. Marrakech, Marocco: Université Cadi Ayyad.
- Devore, P. W. (1998). Reflections of Technology in the Past, Present, and Future (and) Issues in Defining Goals in Technology Education. *Journal of Technology Studies*, XXIV(2), 3-14.
- Di Chiro, G. (1987). Environmental education and the question of gender: A feminist critique. Dans I. Robottom (Dir.), *Environmental education: Practice and possibility*. Geelong: Deakin University.
- Dias, L. (1999). Integrating technology. *Learning and Leading with Technology*, 27(3), 10-13, 21.
- Dieuzeide, H. (1991). Les nouvelles technologies éducatives : croisée des disciplines ou défi interdisciplinaire. Dans L. Sauvé (Dir.), *La technologie éducative à la croisée des disciplines*. Sainte-Foy: Télé-université.
- Dillon, J. (2000). *Perspectives on Environmental Education-Related Research in Science Education*. Présenté dans le cadre Relations between Science Education and Environmental (Science) Education. A NARST Symposium. March 27, 2001.
- Drouin, A. M. (1988). Les modèles en question. *Aster*(7), 1-19.
- Durand, M.-J. (1996). *État de la question du curriculum conduisant à la conception d'un réseau notionnel du domaine*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Elshof, L. (2003). *Teacher's Interpretations of Sustainable Development*. In: *Pupils Attitudes Towards Technology -International Conference on Design and Technology Educational Research Conference Proceedings*. Présenté dans le cadre University of Glasgow, Glasgow.

- EMSTES. (1991). *Conclusions abrégées du Séminaire EMSTES*. Présenté dans le cadre dans le cadre du congrès annuel de l'Association Enseignement des Mathématiques, des Sciences, Technologies, Ethiques, Société, Namur.
- Fensham, P. J. (1990). What will science education do about technology ? . *The Australian Science Teachers Journal*, 36(3), 8-21.
- Fensham, P. J. (2002). Time To Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- Fensham, P. J. et Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.
- Ferenczi, T. et Rosnay, J. d. (2001). *Les défis de la technoscience*. Bruxelles: Éditions Complexe.
- Fien, J. (1995). Teaching for a Sustainable World: The Environmental and Development Education Project for Teacher Education. *Environmental Education Research*, 1(1), 21-33.
- Fortin-Debart, C. (2003). *Contribution à l'étude du partenariat école-musée pour une éducation relative à l'environnement*. Thèse de doctorat en muséologie, sciences et société, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Foster, P. N. (1994). Must we MST ? *Journal of Technology Education*, 6(6), 76-84.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique : essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Fourez, G. (1997). Scientific and technological literacy as a social practice. *Social Studies of Science*, 27, 903-936.
- Fourez, G. (1998). Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(1), 31-50.
- Fourez, G., Englebert-Lecomte, V. et Mathy, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs : un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Fourez, G., Maingain, A. et Dufour, B. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles: de Boeck.

- Frey, R. E. (1991). Another Look at Technology and Science *Journal of Technology Education*, 3(1), 44-46.
- Gagné, G., Lazure, R., Sprenger-Charolles, L. et Ropé, F. (2000). Recherches en didactique et acquisition du français - DAF : Vers une typologisation des recherches. Document consulté le 5 janvier 2000, de l'adresse <http://daf.sdm.qc.ca/cadre32.html>
- Galvani, P. (1997). *Quête de sens et formation*, . Paris: L'Harmattan.
- Galvani, P. (2001). Éducation et formation dans les cultures amérindiennes. *Revue Question de : « Éducation et sagesse. Quête de sens »*, 123, 157-185.
- Gardner, P. L. (1997). The Roots of Technology and Science: A Philosophical and Historical View. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 13-20.
- Garman, K. (1982). *Eastside, Westside... An Exercice in Applying Document Analysis Techniques in Educational Evaluation*. New York: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Gauthier, Y. (1982). *Théorétiques. Pour une philosophie constructiviste des sciences*. Longueuil: Le Préambule.
- Gayford, C. (1998). The Perspectives of Science Teachers in Relation to Current Thinking about Environmental Education. *Research in Science and Technological Education*, 16(2), 101-113.
- Germain, C. (1991). Interdisciplinarité et globalité : remarques d'ordre épistémologiques. *Revue des sciences de l'éducation*, XVII (1), 142-152.
- Ghiglione, R., Beauvois, J. L., Chambrol, C. et Trognon, A. (1980). *Manuel d'analyse de contenu*. Paris: Armand Colin.
- Giordan, A. (2005). Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. *Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences*. Document consulté le 12 septembre 2005, de l'adresse http://www.ldes.unige.ch/publi/rech/th_app.htm
- Giordan, A., Henriques, A. et Bang, V. (1989). *Psychologie génétique et didactique des sciences*. Berne: P. Lang.

- Glaserfeld, E. V. (1985). *L'approche constructiviste : vers une théorie des représentations*. Montréal: Université du Québec à Montréal, Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation.
- Goffin, L. (1999). L'environnement comme éco-socio-système. . Dans M. Loriaux (Dir.), *Populations et développements : une approche globale et systémique* (pp. 199-230). Paris: Louvain-la-Neuve/Paris : Academia-Bruylant / L'Harmattan.
- Gohier, C. (1998). La recherche théorique en sciences humaines : réflexion sur la validité d'énoncés théoriques en éducation. *Revue des sciences de l'éducation, XXIV*(2), 267-284.
- Gohier, C. (2005). La formation des maîtres et l'orientation de la conduite humaine, un art entre éthique et déontologie. Dans C. Gohier & D. Jeffrey (Dir.), *Enseigner et former à l'éthique*. Sainte-Foy: Presses de l'Université Laval.
- Gough, A. (2002a). Mutualism: A Different Agenda for Environmental and Science Education. *International Journal of Science Education, 24*(11), 1201-1215.
- Gough, N. (1997). Weather(TM) Incorporated: Environmental Education, Postmodern Identities, and Technocultural Constructions of Nature. *Canadian Journal of Environmental Education, 2*, 145-162.
- Gough, N. (1998). Rethinking the Subject: (De)constructing Human Agency in Environmental Education Research. *Environmental Education Research, 5*(1), 35-48.
- Gough, S. (2002b). Increasing the Value of the Environment: A "Real Options" Metaphor for Learning. *Environmental Education Research, 8*(1), 61-72.
- Gouvernement du Québec. (1979). *L'École québécoise : énoncé de politique et plan d'action*. Québec: ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1996). *Les états généraux sur l'éducation : Rapport de synthèse de conférences régionales*. Québec: ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1997). *Prendre le virage du succès : Réaffirmer l'école*. Québec: ministère de l'Éducation.

- Gouvernement du Québec. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise : éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec: ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (2003). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire premier cycle*. Québec: ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (2007a). *Programme de formation de l'école québécoise. Applications technologiques et scientifiques. Deuxième cycle du secondaire*. Québec: Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec.
- Gouvernement du Québec. (2007b). *Programme de formation de l'école québécoise. Science et technologie. Deuxième cycle du secondaire*. Québec: Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec.
- Guay, M.-H. (2004). *Proposition de fondements conceptuels pour la structuration du champ de connaissances et d'activités en éducation en tant que discipline*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Guilbert, L. et Ouellet, L. (1999). *Étude de cas - Apprentissage par problèmes*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Habermas, J. (1975). *Legitimation crisis*. Boston: Beacon.
- Hacker, M. B. (1988). *Living with Technology*. Albany, NY: Delmar Publishers, Inc.
- Hall, W. (1977). *Where next for environmental education?* In R. D. Linke (ed.), *Education and the Human Environment*. Canberra.
- Harding, S. (1986). *The Science Question in Feminism*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hart, P. (2000). *How Policy Research in Environmental Education has Informed Curriculum Development in Science Education in Canada*. Présenté dans le cadre Relations between Science Education and Environmental (Science) Education. A NARST Symposium. March 27, 2001.
- Hasni, A. (2005). L'interdisciplinarité et l'intégration dans l'enseignement et dans la formation à l'enseignement: est-ce possible et à quelles conditions? Communication présentée dans le cadre du Séminaire du LIRDEF, le 18 mars 2005, MontPellier, France.

- Hays, I. d. I. B. (1997). *Toward an essential ethic for teaching science in the new Millenium*. Thèse de doctorat. Seattle University, Seattle.
- Herschbach, D. R. (1992a). Curriculum Change in Technology Education Differing Theoretical Perspectives. *Journal of Technology Education*, 3(1), 3-5.
- Herschbach, D. R. (1992b). Technology and Efficiency: Competencies as Content. *Journal of Technology Education* 3 (2), 15-25.
- Hewitt, J. (1995). Giving voice to the practicing professional. *Orbit*, 26(1), 10-14.
- Hicks, D. et Holden, C. (1995). *Visions of the Future: why we need to teach for tomorrow*. Stoke on Trent: Trentham Books).
- Hill, A. M. (2006). Reflections on twenty years of wandering trough the pathways and forest of technological education in Ontario, Canada. Dans M. J. de Vries & I. Mottier (Dir.), *International Handbook of Technology Education : reviewing the past 20 years*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach*. Philadelphia: Open University Press.
- Holdsworth, I. et Conway, B. (1999). Investigating Values in Secondary Design and Technology. *The Journal of Design and Technology Education*, 4(3), 205-214.
- Holsti, O. R. (1969). *Content Analysis for the Social Sciences and Humanities*. Reading, Massachusett: Addison-Weiley Publishing.
- Hungerford, H. R., Litherland, R. A., Peyton, R. B., Ramzey, J. M., Tomara, A. M. et coll. (1992). *Investigating and Evaluating Environmental Issues and Actions : Skill Development Modules*. Champlain: Stipes Publishing Company.
- INRP. (2006). Le "Nation at Risk". Document consulté le 22 mai 2005, de l'adresse http://www.inrp.fr/vst/Dossiers/Standards/EU_GB/etats_unis3.htm
- Iozzi, L. (1987). *Science-Technology-Society : Preparing for Tomorrow's World*. Longmount: Sopris West.
- ITEA. (1998). *Standards for Technology Education: Content for the study of technology (Draft)*. Reston, VA: ITEA.

- Jabobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementations*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jacquard, A. et Planès, H. (1997). *Petite philosophie à l'usage des non-philosophes*. Montréal: Québec Livres.
- Jarvinen, E.-M. (2001). *Education About And Through Technology : In Search Of More Appropriate Pedagogical Approaches To Technology Education*. Thèse de doctorat. University of Oulu, Oulu.
- Jenkins, E. W. (1994). Public Understanding of Science and Science Education for Action. *Journal of Curriculum Studies*, 26(6), 601-611.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21, 703-710.
- Jensen, B. B. et Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178.
- Jickling, B. (1994). Studying Sustainable Development: Problems and Possibilities. *Canadian Journal of Education*, 19(3), 231-240.
- Jickling, B. (1997a). *Environmental Thought, the Language of Sustainability, and Digital Watches*. Présenté dans le cadre the 6th International TOUCH Conference, April 26 to May 2.
- Jickling, B. (1997b). If Environmental Education Is to Make Sense for Teachers, We Had Better Rethink How We Define It! *Canadian Journal of Environmental Education*, 2, 86-103.
- Jickling, B. (1998-1999a). De la nécessité d'une analyse conceptuelle en éducation relative à l'environnement. Réflexions sur le langage de la durabilité. Dans *Éducation relative à l'environnement : Regards - Recherches - Réflexions*, 1 (pp. 79-95).
- Jickling, B. (1998-1999b). De la nécessité d'une analyse conceptuelle en éducation relative à l'environnement. *Éducation relative à l'environnement : Regards - recherches - Réflexions*, 1, 79-95.
- Jickling, B. (2004). Making ethics an everyday activity: How can we reduce the barriers? *Canadian Journal of Environmental Education*(9), 11-26.

- Jobling, W. M. et Jane, B. L. (1996). . Exploring science-technology relationships from the classroom perspective. *Australian Science Teachers' Journal*, 42(2), 37-39.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. et Smith, K. A. (1997). *Academic Controversy. Enriching College Instruction through Intellectual Conflict*. ASHE-ERIC Higher Education Report. Washington: George Washington University, 25(3).
- Jonas, H. (2000). *Une éthique pour la nature*. Paris: Desclée de Brouwer.
- Jones, L. R. (1992). *The 1990 Science Report Card : NAEP's Assessment of Fourth, Eighth, and Twelfth graders*. Washington D.C.
- Jonnaert, P. (2002). *Compétences et socioconstructivisme*. Bruxelles: De Boeck.
- Jonnaert, P., Barrette, J., Boufrahi, S. et Masciotra, D. (2005). Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité. *Revue des Sciences de l'éducation*, XXX(3), 667-696.
- Jonnaert, P. et Laurin, S. (2001). *Les didactiques des disciplines un débat contemporain*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.
- Kaepelin, P. (1974). *Pratique de l'autogestion éducative*. Paris: Éditions Resma.
- Kananoja, T. (1994). Technology education in Nordic countries. Dans D. Layton (Dir.), *Innovations in Science and Technology Education* (Vol. 5, pp. 45-58). Paris: UNESCO.
- Karsenti, T. et Larose, F. (2005). *L'intégration pédagogique des TIC dans le travail enseignant : recherches et pratiques*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2000). *Introduction à la recherche en éducation*. Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2004). *La recherche en éducation : étapes et approches*. Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Kasprzyk, S. F. (1973). *On the Concept of Technology and its Relation to Science and Technic*: In Proceedings of the XVth World Congress of Philosophy.
- Keiny, S. et Shashack, M. (1987). Educational model for environmental cognition development. *International Journal of Science Education*, 9(4), 449-458.

- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinary. History, theory and practice*. Detroit: Wayne State University Press.
- Knapp, C. et Barrie, E. (2001). Content Evaluation of an Environmental Science Field Trip. *Journal of Science Education and Technology*, 10(4), 351-357.
- Kranakis, E. (1992). Hybrid Careers and the Interaction of Science and Technology. Dans P. Kroes & M. Bakker (Dir.), *Technological Development and Science in the Industrial Age*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Krippendorff, K. (1982). *Content Analysis. An Introduction to its Methodology*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Kroes, P. et Bakker, M. (1992). *Introduction: Technological Development and Science* (Kroes, P. et M. Bakker ed.). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- L'Écuyer, R. (1987). L'analyse de contenu : notions et étapes. Dans J. P. Deslauriers (Dir.), *Les méthodes de la recherche qualitative*. Sillery: Presses de l'Université Laval.
- Larochelle, M. et Désautels, J. (2002). Les îlots de rationalité : de quoi s'agit-il ? *Courrier du Cethes*. Document consulté le 11 février 2005, de l'adresse http://www.fundp.ac.be/sciences/scphilosoc/cethes/CourrierduCethes/fev2002_1.pdf
- Larochelle, M., Desautels, J. et Ruel, F. (1992). *Autour de l'idée de science : itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Montréal: Les Presses de l'Université Laval.
- Latouche, S. (2004). *Survivre au développement*. Paris: Mille et une nuits.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.
- Latour, B. (1989). *La science en action*. Paris: La Découverte.
- Lauzon, Y., Michaud, P. et Forgette-Giroux, R. (1991). Étude de l'incidence des nouvelles technologies en éducation : analyse longitudinale de l'impact de l'ordinateur sur les apprentissages, les enseignements et la gestion pédagogique. Dans L. Sauvé (Dir.), *La technologie éducative à la croisée des disciplines*. Sainte-Foy: Télé-université.
- Law, J. (2002). *Aircraft stories*. Durham: Duke University Press.

- Layton, D. (1991). *Aspects of national curriculum: Design and technology*. York: NCC.
- Layton, D., Jenkins, E., Macgil, S. et Davey, A. (2003). *Inarticulate Science ? Perspectives on the Public Understanding of Science and Some Implications for Science Education*. Nafferton: Studies in Education Limited.
- Le Boterf, G. (2001). *Construire les compétences individuelles et collectives*. Paris Éditions d'organisation.
- Lebaume, J. (2000). *L'éducation technologique*. Paris: ESF.
- Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique*. Paris: ESF.
- Lebeaume, J. et Martinand, J.-L. (1998). *Enseigner la technologie au Collège*. Paris: Hachette.
- Lefebvre, B. (1989). La recherche qualitative et l'analyse de contenu. *Revue canadienne de l'éducation*, 14(3), 381-386.
- Leff, E. (2000). *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, Siglo Veintiuno Editores.
- Lefrançois, R. (1991). *Dictionnaire de la recherche scientifique*. Lennoxville: Némésis.
- Legendre, R. (1983). *L'éducation totale*. Montréal: Nathan-Ville-Marie.
- Legendre, R. (2002). *Stop aux réformes scolaires*. Montréal: Guérin.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal: Guérin.
- Lenoir, Y. (1995). L'interdisciplinarité: aperçu historique de la genèse d'un concept. *Cahiers de la recherche en éducation*, 2(1), 227-265.
- Lenoir, Y. (1996). *Didactique et formation des enseignants du primaire: quelques éléments constitutifs à la lumière de la position du ministère de l'Éducation du Québec*. Sherbrooke: Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke (Documents du Crie, n° 8).
- Lenoir, Y. (1997). Some interdisciplinary instructional models used in the primary grades in Quebec. *Issues in Integrative Studies. An Interdisciplinary Journal*, 15, 77-112.

- Lenoir, Y. (2003). *La pratique de l'interdisciplinarité dans l'enseignement: pour construire des savoirs transversaux et intégrés dans le cadre d'une approche par compétences*: Conférence, ministère de l'Éducation, Québec, 17 novembre 2003.
- Lenoir, Y., Geoffroy, Y. et Hasni, A. (2001). Entre le "trou noir" et la dispersion évanescence: quelle cohérence épistémologique pour l'interdisciplinarité? Un essai de classification des différentes conceptions de l'interdisciplinarité. Dans Y. Lenoir, B. Rey & I. Fazenda (Dir.), *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement. Points de vue de la recherche francophone européenne et nord-américaine, anglosaxonne nord-américaine et latino-américaine* (pp. 93-119). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Lenoir, Y. et Hasni, A. (2004). La interdisciplinaridad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón (l'interdisciplinarité: pour un mariage ouvert de la raison, de la main et du cœur). *Revista Iberoamericana de Educación*, 35, 167-185.
- Lenoir, Y., Larose, F., Grenon, V. et Hasni, A. (2000). La stratification des matières scolaires chez les enseignants du primaire au Québec: évolution ou stabilité des représentations depuis 1981. *Revue des sciences de l'éducation*, XXVI(3), 483-514.
- Lenoir, Y. et Sauvé, L. (1998). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question. *Revue Française de Pédagogie*, 124, 127-143.
- Lewis, B. F. et Aikenhead, G. S. (2001). Introduction: Shifting perspectives from universalism to cross-culturalism. *Science Education*, 85, 3-5.
- Lewis, T. (1999). Research in Technology Education : Some Areas of Need. *Journal of Technology Education*, 10(2), 41-56.
- Lewis, T. (2004). A Turn to Engineering: The Continuing Struggle of Technology Education for Legitimization as a School Subject. *Journal of Technology Education*, 16(1), 22-39.
- Lincoln, Y. S. et Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills: Sage Publications.

- Littledyke, M. (1997). Science Education for Environmental Education? Primary Teacher Perspectives and Practices. *British Educational Research Journal*, 23(5), 641-659.
- Lucas, A. M. (1979). *Environment and environmental education: Conceptual issues and curriculum interpretations*. Kew: Australia International Press and Publications.
- Lucas, A. M. (1980). Science and environmental education: Pious hopes, self praise and disciplinary chauvinism. *Studies in Science Education*, 7, 1-26.
- Maher, M. (1986). Environmental Education, What we fighting for ? *Geographical Education*, 5(2), 21-25.
- Martineau, S., Simard, D. et Gauthier, C. (2001). Recherches théoriques et spéculatives: Considérations méthodologiques et épistémologiques. *Recherches qualitatives*, 22, 3-32.
- Mayer, E. (1992). *Employment related key competencies for post-compulsory education and training*. Melbourne: Australian Education Council and Ministers of Vocational Education, Employment and Training.
- McFadden, C. P. (1997). Towards an STS School Curriculum. *Science Education*, 75(4), 457-469.
- McKeown Ice, R. et Hopkins, C. (2003). EE (unequal) ESD: defusing the worry. *Environmental Education Research*, 9(9), 117-128.
- McLaren, S. (1997). Value judgements: Evaluating design - A Scottish perspective on a global issue. *International Journal of technology and design Education*, 3(3), 259-278.
- Meichtry, Y. (2000). *Introduction*. Présenté dans le cadre Relations between Science Education and Environmental (Science) Education. A NARST Symposium. March 27, 2001.
- Membriela, P. (1999). Towards the Reform of Science Teaching in Spain: the Social and Personal Relevance of Junior Secondary School Science Projects for a Socially Responsible Understanding of Science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 721-730.
- Miles, M. B. et Huberman, A. M. (1984). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. Beverly Hills: Sage Publications.

- Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mohrman, A. et Lawler, E. (1981). *The diffusion of OWL as a paradigm shift*. Thèse de doctorat, University of Southern California, Los Angeles.
- Morgan, K. (1993). *Teacher and Leadership education for scientific and technological literacy*. Paris: Forum Project 2000+, Unesco. ED.93, Conf016. Ref. 1.4.
- Mucchielli, R. (1991). *L'analyse de contenu des communications* (7e ed.). Paris: Collection Formation permanente en sciences humaines.
- Muchielli, R. (1979). *La méthode des cas*. Paris: Éditions sociales françaises.
- Murata, S. et Stern, S. (1993). Technology Education in Japan. *Journal of Technology Education*, 5(1), 29-37.
- Myers, A. (2002). Reducing Carbon Dioxide Emissions: Using the Mole Concept. *School Science Review*, 83(304), 27-33.
- National Research Council. (1994). *National science education standards* (Vol. 1). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Naughton, J. (1994). What is 'technology'? Dans F. Banks (Dir.), *Teaching Technology*. London: Routledge, in association with the Open University.
- Niadas, Y. A. (2000). *On the Cognitive Demarcation Between Technology and Science : An Attempt at Epistemological Clarification*. In *Metaphysics, Epistemology and Technology*. (Mitcham, C. ed.). New York: JAI : New York.
- Okuya, T. (1993). The new national curriculum of technology education in Japan. *Technology Teacher*, 53(2), 24-27.
- ONU. (2002). *Déclaration de Johannesburg sur le développement durable*. Présenté dans le cadre du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg, 26 aout-4septembre 2002.
- Orellana, I. et Fauteux, S. (2000). L'éducation relative à l'environnement à travers les grands moments de son histoire. Dans A. Jarnet, B. Jickling, L. Sauvé, A. Wals & P. Clarkin (Dir.), *Proceedings from an On-Line Colloquium. The future of environmental in a post-modern World ?* (pp. 13-24). Whitehorse: Yukon College.

- Oser, F. K. (1994). Moral perspectives on teaching. Dans L. Darling-Hammond (Dir.), *Review of Research in Education* (Vol. 20, pp. 57–127). Washington: American Educational Research Association.
- Ourisson, G. (2002). *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*. Paris: Ministère de l'Éducation nationale.
- Pahl, G. et Beitz, W. (1996). *Engineering design : a systematic approach*. London: Springer.
- Paindorge, M. (2005). *Contribution à la progressivité des enseignements technologiques : Les notions dans l'éducation technologique*. Thèse de doctorat. École normale supérieure de Cachan, France.
- Pannabecker, J. (2004). Technology Education and History: Who's Driving? *Journal of Technology Education*, 16(1), 72-83.
- Pannabecker, J. R. (1995). For a History of Technology Education: Contexts, Systems, and Narratives. *Journal of Technology Education*, 7(1), 43-56.
- Papadimitriou, V. (2001). *Science and Environmental Education: Can They Really Be Integrated ?* Présenté dans le cadre du IOSTE Symposium in Southern Europe: Science and Technology Education - Preparing Future Citizens, Paralimni, Cyprus, 29 avril au 2 mai 2001.
- Pardo, T. (2002). *Héritages buissonniers. Éléments d'ethnopédagogie pour l'éducation relative à l'environnement*. La Caunette: Babio.
- Pavlova, M. (2002a). Teaching design: Aesthetic, cognitive or moral emphasis? *Design and Education*, 9(1), 5-18.
- Pavlova, M. (2002b). "Teaching" values in technology education: A critical approach for the theoretical framework. Dans H. Middleton, M. Pavlova & D. R. (Eds.) (Dir.), *Learning in technology education: Challenges for the 21 st Century* (pp. 96-102). Brisbane: Griffith University.
- Pavlova, M. (2004). *Sustainability: Towards systematic approach for its conceptualisation in technology education*. Présenté dans le cadre de l'International conference on Purposes and assessments within technology education, Paris, March 2004.

- Payeur, C. et Brunet, L. (1995). *Il ne suffit pas d'être branchés. Document de référence de la CEQ sur les nouvelles technologies des communications et de l'information en éducation*. Montréal: Centrale de l'enseignement du Québec.
- Payne, P. (2003). The Technics of Environmental Education. *Environmental Education Research*, 9(4), 525-541.
- Pelletier, P. (2005). La pédagogie du projet. *Pistes*. Document consulté le 15 mars 2006, de l'adresse <http://ancien.pistes.org/frames.php?url=apprped/pdp>
- Perrenoud, P. (1997). *Construire des compétences dès l'école*. Paris: Esf.
- Perrenoud, P. (2002). *Les cycles d'apprentissage : une autre organisation du travail pour combattre l'échec scolaire*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Perrenoud, P. (2003). Six façons éprouvées de faire échouer une réforme scolaire. Document consulté le 21 mars 2006, de l'adresse http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2003/2003_2_5.html
- Peters, J. M. et Gega, P. C. (2002). *How to Teach Elementary School Science*: Columbus: Merrill Prentice Hall.
- Petrella, R. (2000). *L'éducation, victime de cinq pièges : à propos de la société de la connaissance*. Montréal: Fides.
- Petrina, S. et Volk, K. (1995). Industrial arts movement's history, vision, and ideal: Relevant, contemporary, used but unrecognized—part II. *Journal of Technology Studies*, 21(2), 28-35.
- PISTES. (2006). Controverses structurées. Document consulté le 26 mars 2005, de l'adresse <http://ancien.pistes.org/frames.php?url=apprped/app>
- Pitt, J. (2000). *Thinking About Technology: Foundations of the Philosophy of Technology*. New York: Seven Bridge Press.
- Pitt, J. (2002). What Engineers Know. Document consulté le 28 septembre 2005, de l'adresse <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v5n3/pitt.html>
- Poisson, M. (2002). *Science Education for contemporary Society : Problems, Issues and Dilemmas*. . Présenté dans le cadre du Final report on the Reform in Teaching of

Science and Technology at Primary and Secondary Level in Asia : Comparative References to Europe. Beijing, Chine, 27-31 mars 2002.

- Porchet, M. (2003). *Les jeunes et les études scientifiques : les raisons de la désaffection, un plan d'action*. Paris: Ministère de l'Éducation nationale.
- Poser, H. (2002). On structural differences between science and engineering. Document consulté le 28 septembre 2005, de l'adresse http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4_n2html/POSER.html
- Prades, J. (1992). *La Technoscience : les fractures des discours*. Paris: L'Harmattan.
- Prades, J. (2001). *L'homo oeconomicus et la déraison scientifique*. Paris: L'Harmattan.
- Pretzer, W. S. (1997). Technology Education and the Search for Truth, Beauty and Love. *Journal of Technology Education* 8(2), 5-20.
- Prime, C. M. (1993). Values in technology: An approach to learning. *Design and Technolop Teaching*, 26(1), 30-36.
- Raby, C. (2004). *Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des technologies de l'information et de la communication (TIC) en classe*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Ramonet, I. (1998). Ravages de la technoscience. Paris: Le Monde diplomatique.
- Reeves, T. C. (2000). Socially Responsible Educational Technology Research. *Educational Technology*, 40(6), 19-27.
- Ricoeur, P. (1995). Éthique. Dans *Encyclopédia Universalis*. Paris: Encyclopedia Universalis France.
- Rist, G. (1996). *Le développement : histoire d'une croyance occidentale*. Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.
- Robottom, I. (1983). Science: A limited vehicle for environmental education. *Australian Science Teachers' Journal*, 29, 27-31.
- Robottom, I. (1984). Why not educate for environment ? *Australian Journal of Environmental Education*, 1(1), 11-13.

- Robottom, I. et Hart, P. (1993). *Research in Environmental Education: engaging the debate*. Geelong: Deakin University Press.
- Rocque, S. (1994). *Conception, élaboration et validation théorique d'un schème conceptuel de l'écologie de l'éducation*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Ropé, F. et Tanguy, L. (1994). *Savoirs et compétences : de l'usage de ces notions dans l'école et l'entreprise*. Paris: L'Harmattan.
- Roth, W.-M. et Lee, S. (2004). Science Education as/for Participation in the community. *Science Education*, 88, 263-291.
- Roth, W.-M., Riecken, J., Leivas-Pozzer, L., McMillan, R., Storr, B. et coll. (2003). *Those Who Get Hurt Aren't Always Being Heard: Scientist-Resident Interactions over Community Water*. Victoria, BC,.
- Roth, W. M. et Désautels, J. (2002). *Science Education as/for Sociopolitical Action. Counterpoints: Studies in the Postmodern Theory of Education*. New York: Peter Lang Publishing, Inc.
- Rumelhard, G. (1988). Statut et rôle des modèles dans le travail scientifique et dans l'enseignement de la biologie. *Aster*(7), 21-29.
- Sachs, W. (1996). L'anatomie politique du développement durable. *L'ERE post-moderne. Quelques signes et priorités*, 29, 15-37.
- Sachs, W. (1997). Sustainable development. Dans E. Elgar (Dir.), *Michael Redclift et Graham Woodgate, The International Handbook of Environmental Sociology* (pp. 71-83).
- Sammel, A. (2000a). *Curricula, Paradigms and Problems: Environmental Education and the New Ontario Science Curriculum*. Présenté dans le cadre du symposium Relations between Science Education and Environmental (Science) Education. NARST March 27, 2001.
- Sammel, A. (2000b). *Curricula, Paradigms and Problems: Environmental Education and the New Ontario Science Curriculum*. Présenté dans le cadre Relations between Science Education and Environmental (Science) Education. A NARST Symposium. March 27, 2001.

- Sanders, M. (1994). Technological problem-solving activities as a means of instruction: The TSM integration program. *School Science and Mathematics*, 94, 36-43.
- Sanders, M. (2000). Web-based Portfolios for Technology Education: A Personal Case Study. *Journal of Technology Studies*, 26(1), 11-18.
- Sanders, M. (2001). New Paradigm or Old Wine? The Status of Technology Education Practice in the United States. *Journal of Technology Education*, 12(2), 35-55.
- Sauvé, L. (1992). *Éléments d'une théorie du design pédagogique en éducation relative à l'environnement : élaboration d'un supramodèle pédagogique*. Thèse de doctorat. Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Sauvé, L. (1997). *Pour une éducation relative à l'environnement : éléments de design pédagogique : guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs*. Montréal: Guérin.
- Sauvé, L. (1999). Environmental Education between Modernity and Postmodernity: Searching for an Integrating Educational Framework. *Canadian Journal of Environmental Education*, 4, 9-35.
- Sauvé, L. (2000). L'éducation relative à l'environnement entre modernité et postmodernité. Les propositions du développement durable et de l'avenir viable. Dans A. Jarnet, B. Jickling, L. Sauvé, A. Wals & P. Clarkin (Dir.), *The Future of Environmental Education in a Postmodern World?* (pp. 57-71). Whitehorse: Canadian Journal of Environmental Education.
- Sauvé, L. (2001). L'éducation relative à l'environnement. Une dimension essentielle de l'éducation fondamentale. Dans C. Goyer & S. Laurin (Dir.), *Entre culture, compétence et contenu : la formation fondamentale, un espace à redéfinir*. (pp. 293-318). Montréal: Éditions Logiques.
- Sauvé, L. (2002). L'éducation relative à l'environnement: possibilités et contraintes. *Connexion, La revue d'éducation scientifique, technologique et environnementale de l'UNESCO*, Vol. XXVII(1/2), 1-4.
- Sauvé, L. (2005a). Currents in environmental education - Mapping a complex and evolving pedagogical field. *The Canadian Journal of Environmental Education*, 10, 11-37.

- Sauvé, L. (2005b). Globalisation, résistance et résilience : défis pour l'éducation relative à l'environnement. Dans La revue POUR éditée par le GREP (Dir.), *Éducation à l'environnement* (pp. 67-75): M.P. Joigneault et coll.
- Sauvé, L. (2006). Complexité et diversité du champ de l'éducation relative à l'environnement. *Chemin de Traverse*(3), 51-62.
- Sauvé, L. (2007a). L'équivoque du développement durable. *Chemin de Traverse*,(4), 31-47.
- Sauvé, L. (2007b). Regards sur l'éducation relative à l'environnement. Dans J.-Y. Vilcot (Dir.), *Vers une éducation à l'environnement au développement durable - Démarches et outils à travers les disciplines* (pp. 62-63). Amiens: Centre régional de documentation pédagogique du CRDP d'Amiens.
- Sauvé, L., Berryman, T. et Brunelle, R. (2003). Environnement et développement : la culture de la filière ONU. *Éducation relative à l'environnement : Regards – Recherches – Réflexions*, 4(33-55).
- Sauvé, L. et Brunelle, R. (2003, 7-11 octobre 2003). *Environment education in contemporary educationnal reforms: a critical appraisal*. Présenté dans le cadre 32 th NAAEE Annual Conference, Anchorage.
- Sauvé, L., Brunelle, R. et Berryman, T. (2005). Influence of the Globalized and Globalizing Sustainable Development Framework On National Policies Related To Environmental Education. *Chaire de recherche du Canada en éducation relative à l'environnement*, 22 p.
- Sauvé, L. et coll. (1998). *L'ERE à l'école secondaire québécoise*. Montréal : Rapport de recherche au CIRADE, UQAM.
- Savard, A. (2004). *Les conceptions de parents concernant l'enseignement des sciences à l'école primaire*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec.
- Serres, M. d. (1989). *Éléments d'histoire des sciences*. Paris.
- Silvern, L. C. (1972). *System Engineering Applied to Training*. Houston: Gulf Publishing Inc.
- Sminorv, S. N. (1983). *L'approche interdisciplinaire dans la science d'aujourd'hui: Fondements ontologiques et épistémologiques, formes et fonctions*. Vendôme: Unesco.

- Soëtaud, M. (2005). Mais pourquoi l'éducation s'embrasse-t-elle soudainement pour la morale ? Dans D. Jeffrey & C. Gohier (Dir.), *Enseigner et former à l'éthique*. Sainte-Foy: Presses de l'Université Laval.
- Solomon, J. (1988). The dilemma of science, technology and society education. Dans P. J. Fensham (Dir.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 266-281). New York:: Falmer Press.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham, U.K.: Open University Press.
- Solomon, J. et Aikenhead, G. S. (1997). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Spork, H. (1992). Environmental Education: A Mismatch between Theory and Practice. *Australian Journal of Environmental Education*, 8, 147-166.
- Sprenger-Charolles, L. R., Lazure, R., Gagné, G. et Ropé, F. (1987). Perspectives documentaires en sciences de l'éducation. *Propositions pour une typologie des recherches*, 11(I.N.R.P.), p. 41-71.
- SQA. (2003). *Key competencies - some international comparisons*. Gragow: Scottish Qualifications Authority.
- Stanley, W. B. et Brickhouse, N. W. (2001). Teaching sciences: The multicultural question revisited. *Science Education*, 85, 35-49.
- Stapp, W. B. (1996). *Environmental Education for Empowerment: Action Research and Community Problem Solving*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing.
- Staudenmaier, S. J. (1985). *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*. Massachusetts: The Massachusetts Institute of Technology.
- Stengers, I. (1997). *Sciences et pouvoirs : la démocratie face à la technoscience*. Paris: La Découverte.
- Stevenson, R. B. (1997). Developing Habits of Environmental Thoughtfulness through the In-Depth Study of Select Environmental Issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 2, 183-201.

- Tal, R.-T., Dori, Y.-J., Keiny, S. et Zoller, U. (2001). Assessing Conceptual Change of Teachers Involved in STES Education and Curriculum Development : The STEMS Project Approach. *International-Journal-of-Science-Education*, 3(23), 247-262.
- Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique : apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Éditions Logiques.
- Tardif, J. (2000, 3 novembre). *Document d'accompagnement*. Présenté dans le cadre Conférence organisée par la Direction régionale du ministère de l'éducation en Abitibi-Témiscamingue.
- Thésée, G. (2003). *Le rapport au savoir scientifique en contexte d'acculturation : application à l'étude de l'expérience scolaire en sciences d'élèves du secondaire d'origine haïtienne*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Thouin, M. (1999). *Problèmes de sciences et de technologie : pour le préscolaire et le primaire*. Sainte-Foy, Québec: MultiMondes.
- Toussaint, R., Lavigne, A., Laliberté, B., Des Lierres, T. et Tran, K.-T. (2001). *Apprentissage et enseignement des sciences et de la technologie au primaire*. Boucherville, Québec: G. Morin.
- UNESCO-PNUE. (1976). *La Charte de Belgrade*. Présenté dans le cadre Colloque international sur l'éducation relative à l'environnement, Belgrade, 13-22 octobre 1975.
- UNESCO-UNEP. (1988). Sustainable development via environmental education. *Connect*, 13(2), 1-3.
- UNESCO. (1983). *L'initiation technologique dans l'enseignement général*. Paris: Unesco. ED83/WS/52.
- UNESCO. (1985). *Vers une pédagogie de résolution de problèmes*, . Programmes d'éducation relative à l'environnement Unesco-PNUE, Division de l'enseignement des sciences et de l'enseignement technique et professionnel, Paris: Unesco. ED-84/WS-96, p.11-21.
- UNESCO. (1997). *Classification internationale type de l'éducation (CITE)*. Présenté dans le cadre de la 29e session de la Conférence générale, Genève.

- UNESCO. (2004). *Décennie des Nations Unies en vue du développement durable – 2005-2014*. Paris: UNESCO.
- Van Der Maren, J.-M. (1990). Statut des discours et méthodes de recherche en éducation. *Revue des sciences de l'éducation, Vol. XVI*(2), p. 291-308.
- Van Der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Van Matre, S. (1990). *Earth Education: A New Beginning*. Cedar Cove: Institute for Earth Education.
- Verillon, P. (2000). Revisiting Piaget and Vygotsky: In Search of a Learning Model for Technology Education. *Journal of Technology Studies, 26*(1), 3-10.
- Vidal, R. (1980). *The Status of Social Technologies*. Mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal.
- Vigneault, L. et Blais, R. (2006). *Culture et technoscience*. Québec: Presses de l'Université Laval.
- Vignes, M. (1991). *Automatismes et informatique à l'école. Construction de contenus d'enseignement ; premiers essais dans les classes*. Thèse de doctorat Université Paris Paris.
- Weber, R. P. (1985). *Basic Content Analysis*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Weeks, R. C. (1997). *The child's world of science & technology : a book for teachers : teaching and learning science and technology in the elementary school*. Scarborough, Ont.: Prentice-Hall.
- Williams, P. J. (1994). Design: The Only Methodology of Technology ? *Journal of technology education, 11*(2), 1-14.
- Wright, T. S. A. (2002). Definitions and frameworks for environmental sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 3*(3), 203-220.
- Young, D. (1991). Drama in the Elementary Classroom. *Pathways to Outdoor Communication, 1*(1), 12-13.

- Zoller, U. (1987). The Israeli Environmental Education Project: A New Model of Interdisciplinary Student-Oriented Curriculum. *Journal of Environmental Education*, 18(2), 25-31.
- Zoller, U. (1991). Teaching/Learning Styles, Performance, and Students' Teaching Evaluation in S/T/E/S-Focused Science Teacher Education: A Quasiquantitative Probe of a Case Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(7), 593-607.